

Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки 05.03.06 Экология и природопользование

Отделение геологии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Ртуть в донных отложениях Шегарского района (Томская область)

УДК 546.49:551.312(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г61	Диркс Максим Викторович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Азарова Светлана Валерьевна	К.Г – М.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Иванов Андрей Юрьевич	К.Г – М.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Якимова Татьяна Борисовна	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Сечин Андрей Александрович	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Азарова Светлана Валерьевна	К.Г – М.Н.		

Планируемые результаты обучения по ООП

05.03.06 «Экология и природопользование»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
P1	Владеть культурой мышления, глубокими базовыми и специальными знаниями отечественной истории, философии, экономики, правоведения, уметь использовать их в области экологии и природопользования; иметь ясные представления о здоровом образе жизни	Требования ФГОС (ОК-1-8; ПК-7); Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.5, 5.2.9, 5.2.16)
P2	Демонстрировать глубокие естественнонаучные, математические знания, необходимые для владения математическим аппаратом экологических наук, для обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию, применять профессиональные знания в области экологии и природопользования, практической географии, физики, химии и биологии и способны использовать их в области экологии и природопользования	Требования ФГОС (ОПК-1-9; ПК-1, 2, 11, 14-16, 19, 21); Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.1-5.2.3, 5.2.5, 5.2.9, 5.2.16)
P3	Уметь применять экологические методы исследований при решении типовых профессиональных задач, владеть методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях	Требования ФГОС (ОК-5, ОПК-1, 2, 7-9; ПК-1-2, 4-6, 8-11, 14-17, 19-21); Критерий 5 АИОР (п. 5.2.2, 5.2.3, 5.2.8, 5.2.10.)
P4	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональном коллективе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной деятельности в сфере охраны окружающей среды	Требования ФГОС (ОК-6-7; ОПК-1, 8, 9; ПК-4,6,8-11, 16, 21); Критерий 5 АИОР (п. 5.2.12-5.2.16)
P5	Использовать теоретические знания, методы обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной геоэкологической информации на практике; самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ОК-6-7, ОПК 1, 2, 8-11, 13, 19-21); Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.13-5.2.16)

Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки (специальность) 05.03.06 «Экология и природопользование»

Уровень образования бакалавриат

Отделение геологии

Период выполнения (весенний семестр 2019/2020 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН

выполнения выпускной квалификационной работы студента гр. 2Г61 Диркс М.В.
 на тему: «Ртуть в донных отложениях Шегарского района (Томская область)»

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2020
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
20.01.2020	<i>История изучения ртути в донных отложениях</i>	20
15.02.2020	<i>Материалы и методы</i>	20
18.03.2020	<i>Содержание ртути в донных отложениях</i>	30
10.04.2020	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	15
15.04.2020	<i>Социальная ответственность</i>	15

СОСТАВИЛ Руководитель ВКР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Азарова Светлана Валерьевна	К.Г-М.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Иванов Андрей Юрьевич	К.Г - М.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Азарова С.В.	К.Г-М.Н.		

Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки 05.03.06 Экология и природопользование

Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Азарова С.В.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы
 В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2Г61	Диркс Максиму Викторовичу

Тема работы:

Ртуть в донных отложениях Шегарского района (Томская область)
Утверждена приказом директора (дата, номер)

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Исходными данными для работы являются материалы, предоставленные сотрудниками отделения геологии ИШПР ТПУ</p>
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<p><u>История изучения ртути в донных отложениях</u> <u>Характеристика природно-климатических и геологических условий Томской области</u> <u>Административно-географическое положение Томской области и Шегарского района в частности</u> <u>Климатическая характеристика района</u> <u>2.3. Почвы</u> <u>2.4. Растительный и животный мир</u> <u>2.5. Гидрология</u> <u>2.6. Геология и полезные ископаемые Томской области</u> <u>3. Методика исследований</u> <u>3.1. Анализ проб</u> <u>3.2. Опробование донных отложений</u> <u>3.3. Анализ проб, проведённый лабораторно-аналитическими исследованиями</u> <u>4. Содержание ртути в донных отложениях</u></p>
<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	
<p align="center">Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)</p>	
<p align="center">Раздел</p>	<p align="center">Консультант</p>
<p align="center">Социальная ответственность</p>	<p align="center">Сечин Андрей Александрович</p>
<p align="center">Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p align="center">Якимова Татьяна Борисовна</p>
<p align="center">Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p align="center">Нет</p>	

<p align="center">Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Азарова Светлана Валерьевна	К.Г.-М.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г61	Диркс Максим Викторович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Г61	Диркс Максиму Викторовичу

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	05.03.06 Экология и природопользование

Тема ВКР: Ртуть в донных отложениях Шегарского района (Томская область)

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p><i>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</i></p>	<p>Объектом исследования являются данные анализа атомно-абсорбционным методом, полученные в результате анализа донных отложений Шегарского района Томской области. Рабочее место расположено в аналитической лаборатории НИ ТПУ ИШПР МИНОЦ «Урановая геология» на пятом этаже здания (20 корпус ТПУ, пр. Ленина 2/5) в аудитории 530. Рабочее помещение имеет естественное и искусственное освещение. В лаборатории проводится анализ атомно-абсорбционным методом и работа с ЭВМ для обработки полученных данных. Дальнейшая работа с ЭВМ по анализу полученных результатов проходит в аудитории 439 в 20 корпусе ТПУ. В аудитории имеется 12 персональных компьютеров, на них производится обработка информации (обработка баз данных, набор текста и т.д.)</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</i> • <i>организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</i> 	<p>СанПиН 2.2.4.548-96, ГОСТ 12.1.38-82, СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03, ГОСТ 12.1.019-79, ГОСТ 12.1.004-91, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, СНиП 23-05-95. Рассматриваются требования СанПин и РД по организации условий труда.</p>
<p>2. Производственная безопасность:</p> <p><i>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</i></p> <p><i>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</i></p>	<p>Вредные факторы при проведении полевых, лабораторных и камеральных работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Отклонение показателей климата на открытом воздухе; • Тяжесть и напряженность физического труда; • Отклонение показателей микроклимата в помещении; • Недостаточная освещенность; • Электромагнитное излучение;

	<ul style="list-style-type: none"> • Шумовая нагрузка; • Монотонный режим работы. <p>Опасные факторы при проведении полевых, лабораторных и камеральных работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Механические травмы при пересечении местности; • Электрический ток; • Пожароопасность.
3. Экологическая безопасность:	Во время проведения полевых, лабораторных и камеральных работ негативного воздействия на окружающую среду оказано не было.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Рассматриваются причины возникновения и предотвращения возникновения пожара как наиболее типичной чрезвычайной ситуации.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Сечин А.А.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г61	Диркс М.В.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2Г61	Диркс Максиму Викторовичу

Школа	ИШПР	Отделение школы(НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	05.03.06 Экология и природопользование

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов исследования: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость выполняемых работ, материальных ресурсов, согласно применяемой техники и технологии, в соответствии с рыночными ценами
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Нормы расхода материалов, нормы времени на выполнение операций, нормы расхода материалов, инструмента и др.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов.</i>	В соответствии с налоговым кодексом РФ. Отчисления во внебюджетные фонды (30%)

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Технико-экономическое обоснование целесообразности выполнения работ
<i>Планирование и формирование бюджета проекта</i>	Планирование технического проекта. Определение текущих затрат на проводимые работы. Расчет сметной стоимости работ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Якимова Т.Б.	К.Э.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Г61	Диркс М.В.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит: 87 страниц, 21 рисунок, 15 таблиц, 40 источников.

Ключевые слова: донные отложения, концентрация ртути, латеральное распределение ртути, вертикальное распределение ртути.

Объектом исследования являются донные отложения водных объектов, находящихся на территории Шегарского района Томской области.

Целью данной работы является определение эколого-геохимических особенностей накопления и распределения ртути в донных отложениях Шегарского района Томской области.

В процессе исследования проводилось измерение содержания ртути атомно-абсорбционным методом.

В ходе работ было опробовано 67 проб донных отложений из 5 водных объектов.

Результаты могут быть использованы природоохранными организациями при проведении экологического мониторинга и разработке природозащитных мероприятий.

Значимость работ: полученные данные позволяют выявить особенности распределения ртути в донных отложениях Шегарского района Томской области при оценке внешних антропогенных и природных факторов.

Оглавление

Введение.....	11
Глава 1. История изучения ртути в донных отложениях	13
Глава 2. Характеристика природно – климатических и геологических условий Томской области	32
2.1 Административно – географическое описание Томской области и Шегарского района в частности.....	32
2.2 Климатическая характеристика района	34
2.3 Почвы	36
2.4 Растительный и животный мир.....	36
2.5 Гидрология.....	38
2.6 Геология и полезные ископаемые Томской области	39
Глава 3. Методика исследований.....	43
3.1 Анализ проб	43
3.2 Опробование донных отложений	43
3.3 Анализ проб, проведённый лабораторно-аналитическими исследованиями	44
Глава 4. Содержание ртути в донных отложениях	50
4.1 Латеральное распределение	50
4.2 Вертикальное распределение	55
Глава 5. Социальная ответственность	58
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	58
5.2 Анализ вредных производственных факторов и мероприятий по их устранению	63
5.3 Анализ опасных производственных факторов и мероприятий по их устранению	68
5.4 Охрана окружающей среды.....	70
5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	70
Глава 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	72
6.1 Техническое задание.....	72
6.2 Планирование управления научно-техническим проектом	72
6.3 Расчёт затрат времени и труда по видам работ	75
6.4 Расчёт затрат труда	76
6.5 Расчёт затрат материалов	77
6.6 Расчёт оплаты труда.....	78
6.7 Расчёт амортизации.....	80
Заключение	82
Список литературы	83

Введение

Донные отложения — донные наносы и твёрдые частицы, образовавшиеся и осевшие на дно водного объекта в результате внутриводоёмных физико-химических и биохимических процессов, происходящих с веществами как естественного, так и техногенного происхождения [1].

Являясь особой биокосной структурой, донные отложения обладают способностью аккумулировать различного рода вещества и химические элементы, включая ртуть, а также при смене биогеохимической и гидрологической обстановки на границе раздела сред, приводить к их ремобилизации. Всестороннее изучение колонок донных отложений большой мощности позволяет выявить как хронологию накопления различных компонентов, так и характерные для данного объекта природные и фоновые уровни содержания тех или иных веществ. Знание природных уровней ртути позволяет оценивать возможности экосистем к восстановлению и самоочищению, а также даёт возможность рассчитать оптимальные и допустимые уровни антропогенного воздействия на водный объект.

На данный момент ртуть является одним из важнейших для изучения токсичных элементов окружающей среды. В окружающую среду она может попадать как из природных, так и из техногенных источников. К основным техногенным источникам поступления ртути относятся: тепловые электростанции, работающие на угле, цветная металлургия, хлорно-щелочное и цементное производство, а также мусоросжигательные заводы. Некоторые соединения ртути, которые образуются в процессе деятельности указанных источников, обладают повышенной летучестью и могут переноситься на большие расстояния. С атмосферными осадками или с помощью ветра ртуть с большой вероятностью попадёт в природные водные объекты [2].

Целью данной работы является определение эколого-геохимических особенностей накопления и распределения ртути в донных отложениях Шегарского района Томской области.

Для выполнения поставленной цели были выполнены следующие задачи:

- изучение литературы по ранее проведённым исследованиям;
- проведение пробоотбора и дальнейших мероприятий по пробоподготовке к дальнейшему анализу;
- оценка концентрации ртути в донных отложениях;
- математическая обработка данных;
- изучение пространственного и вертикального распределения ртути в донных отложениях по всем выбранным водным объектам;

Актуальность выполненной работы исходит из того, что Шегарский район, расположенный в Томской области, является малоизученной территорией в плане исследований донных осадков слабопроточных водоёмов и распределения в них ртути.

Глава 1. История изучения ртути в донных отложениях

Оценка степени загрязнения ртутью донных отложений возможна благодаря многочисленным исследованиям геологов, геоэкологов, химиков. Их исследования позволили отслеживать хронологию накопления элементов, а также выявлять их содержание и закономерности распространения в изучаемых объектах.

Определение периодов, когда происходит интенсивное поступление ртути в окружающую среду, стало возможным из-за исследований вертикального распределения этого химического элемента в толще донных отложений. Эти периоды неизбежно характеризуются повышенным уровнем антропогенной нагрузки на исследуемую территорию. Также не исключено влияние природных условий.

Донные отложения, являясь компонентом природной среды и аккумулирующей системой, стали важным объектом исследований, которые проводились как в 20 веке, так и тех, которые проводятся в данное время в разных странах.

Одно из исследований проводил А.Ю. Иванов [3]. В качестве примера рассмотрим три слабопроточных водоемах, разнотипных по характеру поступления и накопления ртути, находящихся на юге Томского района Томской области для определения закономерности распределения ртути в вертикальном профиле донных отложений [3]. Изучаемые объекты имеют разную удалённость относительно главных источников антропогенного воздействия города Томска, представленных предприятием ЯТЦ, нефтехимической, радиотехнической и другими видами промышленности.

Первый изучаемый объект, находящийся в зоне влияния Томск – Северской промышленной агломерации озеро Черное, характеризуется высоким уровнем антропогенной нагрузки и расположено к северо-востоку от города Томска на реке Песочка.

Второе озеро, расположенное в пойме р. Томи в с. Тимирязевское, является старичным.

Третье озеро - Ларино (Ум), находящееся в 40 км к юго-западу от города, испытывает минимальное воздействие от промышленных предприятий и может рассматриваться как фоновый объект.

Построенные на основе данных результатов анализа диаграммы (рисунок 1) показывают характер вертикального распределения ртути в колонке донных отложений рассматриваемых слабопроточных озер. При этом данные результатов анализа учитывают глубину залегания отложений и соответствующую ей концентрацию ртути.

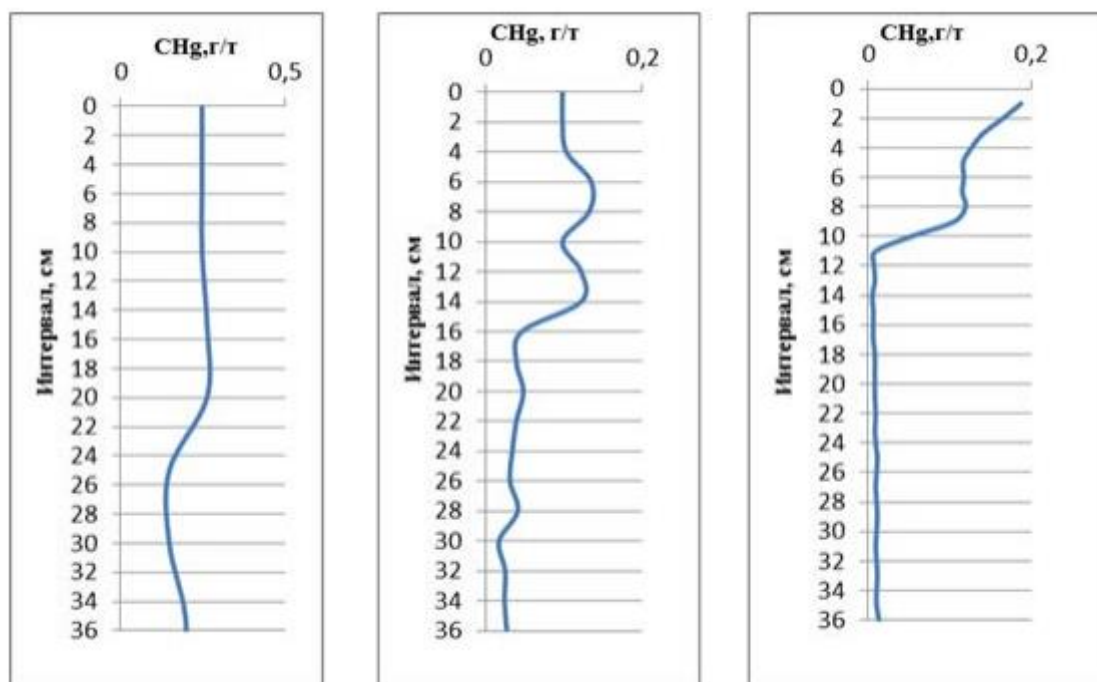


Рисунок 1 - Основные типы распределения ртути в донных отложениях: 1 – тип равномерного распределения со слабо проявленными аномалиями (оз. Ларино (Ум)); 2 – тип слабо дифференцированного распределения с проявлением слабовыраженных аномалий в верхней части (оз. в с. Тимирязевское); 3 – тип резко дифференцированного распределения с контрастными аномалиями (оз. Черное) [3]

Автор направляет свое внимание на то, что распределение ртути в озере Ларино (Ум) соответствует региональному фону и является равномерным на протяжении всего разреза, в вертикальном профиле не наблюдаются явно выраженные локальные аномалии. Это изменение состава донных отложений во времени Иванов А.Ю. связывает с природными факторами.

Во втором озере, расположенном в селе Тимирязевское, автор выделяет наличие слабовыраженных аномалий в верхней части колонки донных отложений. Причина проявления данных аномалий может заключаться как в природных, так и в антропогенных факторах, и быть связана с периодическим и неравномерным привнесением загрязняющих веществ в водоем, например, в результате половодья или иных вертикальных колебаний уровня воды в озере.

Особого внимания заслуживает Чёрное озеро. На рисунке видно, что оно имеет контрастные аномалии распределения ртути в верхней части разреза. Формирование аномалий в данном случае объясняется расположением озера в зоне влияния Томск – Северской промышленной агломерации, которая оказывает высокую техногенную нагрузку. Накопление ртути в верхней части колонки донных отложений озера начинается с 10 сантиметровой глубины. Методом датирования с использованием изотопа ^{210}Pb , был сопоставлен возраст донных отложений с событиями техногенного характера, происходившими в районе расположения озера. Данная отметка соответствует 1955 году, поэтому резкая смена геохимической обстановки может быть связана со строительством СХК с 1951 г., а также запуском первого атомного реактора И-1 в 1955 году [4].

По проведённым исследованиям автор сделал выводы о том, что зависимость геохимических особенностей среды зависит не только от природных факторов, но и от техногенных. В данном случае они заключаются в интенсивности воздействия на рассматриваемые объекты располагающихся рядом источников антропогенного загрязнения. Резкие смены геохимической обстановки позволяют отследить динамику социального развития района, выявив промышленные объекты, которые специфично воздействуют на состояние окружающей среды [3].

Из исследований за последние года можно также выделить исследования Густайтиса М. А. в 2017 году на Урском хвостохранилище, расположенном в поселке Урск Кемеровской области [5]. Целью этих исследований являлось

выявление изменения содержаний Hg в воде и донных осадках реки Ур, а также в воде и донном осадке техногенного пруда в зоне влияния Урского хвостохранилища; оценка степени загрязненности вод и осадков в результате добычи золотосодержащих руд открытым карьерным способом [5].

Для того чтобы определить интенсивность загрязнения ртутью и выявить закономерности распределения элемента, были выбраны 5 точек пробоотбора. Поверхностные воды и донные отложения отбирались параллельно на участке гидрографической системы реки Ур в районе хвостохранилища (рисунок 2): точка №1 (пруд (притока р. Ур), выше влияния дренажного ручья, точка №2 (техногенный пруд, сформированный в результате отстаивания кислых дренажных вод); точки №3, 4 и 5 – р. Ур в 1, 3 и 5 км, соответственно ниже по течению от устья дренажного ручья.



Рисунок 2 - Схема опробования поверхностных вод и донных отложений в районе поселка Урск и Урского хвостохранилища [5].

Донные отложения пруда, находящегося выше влияния техногенного ручья (точка №1), представлены илистым веществом с прослойками

органического вещества по всей длине разреза. Распределение ртути по высоте колонки очень равномерное, колеблется незначительно от 0,07 до 0,13 мкг/г (рисунок 3). Среднее содержание составляет 0,11 мкг/г, наибольшая концентрация (0,13 мкг/г) установлена на глубине 3–6 см. Повышенные содержания ртути в донных отложениях водоема в верхнем течении р. Ур объясняются высоким геохимическим фоном ртути вблизи месторождения и тем, что весь регион является золоторудным.

Мощность разреза донных отложений, отобранных из техногенного пруда (колонка №2), составляет 41 см (рисунок 3). Среднее содержание ртути по разрезу составляет 160 мкг/г. Вещество разреза неоднородное песчано-илистое с прослойками органического вещества по всей длине колонки. Концентрация ртути в данном разрезе на 4 порядка (29–222 мкг/г), а в некоторых слоях, на 5 порядков больше, чем в отложениях пруда верхнего течения р. Ур (точка №1).

Основная часть ртути сконцентрирована в нижней части колонки №2 на глубине 28–35 см, а на глубинах 35–41 см несколько снижается. Наибольшие концентрации 886 мкг/г и 776 мкг/г находятся в слоях 30–33 и 33–35 см. Наиболее обогащенные ртутью слои были исследованы с помощью электронного сканирующего микроскопа (рисунок 4). Снесенное вещество отходов представлено смесью минералов группы каолинита, гидроксидов и сульфатов Fe(III), а также кварца и барита (рисунок 4А). Ртуть присутствует в виде новообразованных сульфидов (рисунок 4Б, В) и селенидов с примесью I, Ag и Cu. Техногенный пруд (колонка №2) является продолжением конуса рассеяния Урского хвостохранилища, поэтому состав вещества колонки №2 соответствует верхней части конуса [5].

Мощность донных отложений в р. Ур на удалении 1 км (колонка №3) после впадения кислого дренажного ручья составляет 17 см (рисунок 3). По глубине колонки наблюдается равномерное перемешивание тонкодисперсного песка с галькой диаметром от 3 мм до 4 см. Среднее содержание ртути по разрезу составляет 1,59 мкг/г, что на 2 порядка

превышает значения ртути в колонке №1. Максимальное накопление Hg (1,91 мкг/г) отмечается в поверхностном слое (0–4 см), т. е. в веществе, контактирующем с водой.

Донные отложения были отобраны в бывшем дражном пруду на расстоянии 3 км после впадения кислого дренажного ручья (рисунок 3, колонка №4). Мощность исследованного разреза составляет 33 см. Разрез представлен неоднородными илистыми отложениями с прослойками органического вещества и гидроксидов железа. Содержание ртути в колонке №4 варьирует от 0,15 до 6,3 мкг/г и в среднем составляет 2,73 мкг/г, что в среднем на 3 порядка превышает содержание ртути в колонке №1. Максимальное содержание ртути (6,3 мкг/г) установлено на глубине слоя 6–9 см. В верхнем слое 0–3 см содержание ниже, чем в слоях 3–15 см. Ниже по профилю (слой 12–15 см) наблюдается снижение содержания более чем в 4 раза (с 6,15 до 1,38 мкг/г).

Донные отложения, отобранные на расстоянии 5 км после впадения кислого дренажного ручья (рисунок 3, колонка №5), илистые и песчано-илистые с прослойками органического вещества. Мощность разреза составляет 30 см. Ртуть распределена относительно равномерно по всему профилю. Концентрация ее в среднем составляет 1,64 мкг/г, что более чем на 2 порядка выше, чем в колонке №1. Максимальное содержание установлено в слое 3–6 см и составляет 2,12 мкг/г [5].

Существует несколько нормативов по оценке качества донных отложений, основанных на различных методиках [6]. Например, согласно принятой сравнительной шкале критериев оценки загрязнения донных отложений для некоторых тяжелых металлов [7], донные отложения пруда верхнего течения ручья – притока р. Ур (колонка №1) относятся к незагрязненным, поскольку среднее содержание ртути по разрезу менее 0,1 мкг/г. Колонки, отобранные в техногенном пруду (колонка №2), а также в реке Ур на расстоянии 1 км (колонка №3), 3 км (колонка №4) и 5 км (колонка

№5), можно отнести к сильно загрязненным, так как среднее содержание по колонкам составляет более 1 мкг/г.

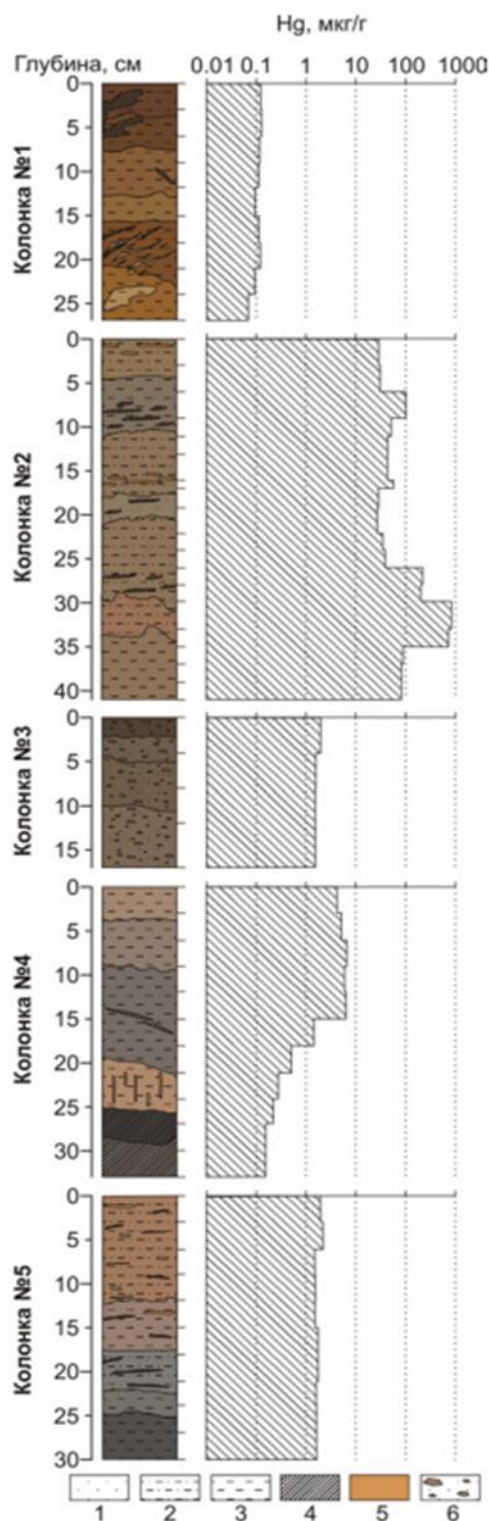


Рисунок 3 - Вертикальное распределение ртути в донных отложениях в водных объектах Урского хвостохранилища: 1 – песчаное вещество; 2 – песчано-илистое вещество; 3 – илистое вещество; 4 – органическое вещество; 5 – гидроксид железа; 6 – дресва [5]

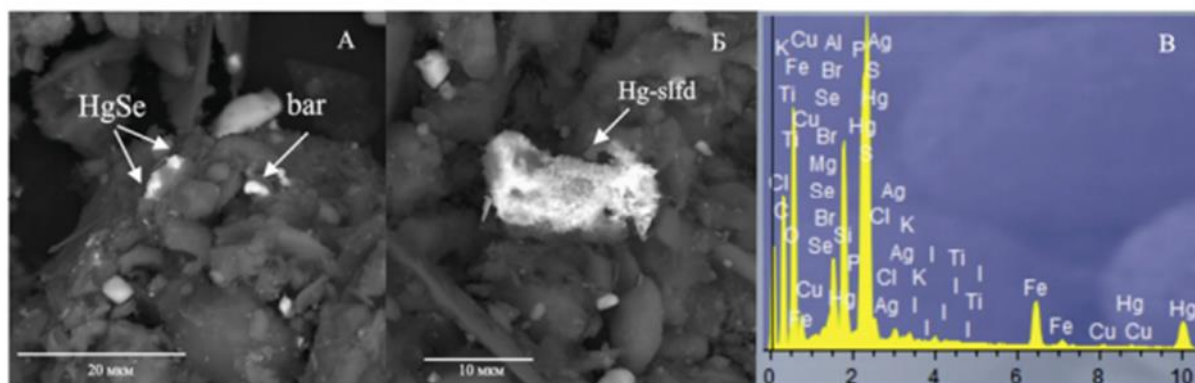


Рисунок 4 - Соединения ртути в донных отложениях техногенного пруда (колонка № 2, слои 30–33 см и 33–35 см) ореола рассеяния Урского хвостохранилища: А – селенид ртути; Б – сульфид ртути с примесью Se, I, Ag, Cu; В – энергодисперсионный спектр для Б. Фото сканирующего микроскопа в режиме BSE [5].

Донные отложения реки Ур в верхнем течении (колонка №1) имеют достаточно высокие содержания ртути, что обусловлено нахождением объекта в пределах Урского рудного поля. Техногенный пруд (колонка №2) нельзя рассматривать как единую гидрологическую систему реки Ур, т. к. он является продолжением потока рассеяния Урского хвостохранилища. При этом донные отложения этого пруда загрязнены чрезвычайно сильно, что соответствует высокому уровню хронического загрязнения водного объекта. Донные отложения р.Ур на удалении (1, 3 и 5 км) от места впадения кислого дренажного ручья Урского хвостохранилища в р. Ур имеют постоянное загрязнение ртутью.

Ранее в 2007 году исследованиями автора было показано, что минерализация и основной ионный состав реки Ур в 5-ти км от места впадения кислого дренажного ручья уже восстанавливается, а содержание Hg снижается до $<0,02$ мкг/л на этом расстоянии [8]. Однако, последними мониторинговыми исследованиями установлено сезонное повышенные содержания ртути до 0,16 мкг/л в воде. Исследования содержания ртути в воде показали, что местами в реке Ур содержания элемента достигают 1,64 мкг/г и в целом значительно превышают содержания, характерные для донных отложений реки, выше впадения дренажного ручья. Поступление

элемента в реку продолжается, а загрязнение будет распространяться дальше вниз по течению. Высокие содержания ртути в донных отложениях имеют весьма негативные последствия для окружающей среды, т. к. образование метилированных (самых токсичных) соединений Hg происходит главным образом в толще воды в донных осадках.

Ртуть в донных отложениях также активно исследуется и в северных широтах. Например, исследователями Федоровым Ю. А., Овсебяном А. Э. и Савицким В.А. было исследовано распределение ртути в донных отложениях Белого моря.

Целью исследования явилось изучение закономерностей распределения концентраций ртути по глубине колонок донных осадков Белого моря и выявление её происхождения [9].

Отбор проб донных отложений Белого моря осуществлялся с борта судна «Профессор Штокман» с использованием трубки Неймисто [10]. Для изучения вертикального распределения ртути в донных отложениях были выбраны колонки различной мощности из, предположительно, наиболее показательных районов Белого моря, включающих Кандалакшский залив, южную и северо-западную части Двинского залива, центральный и северный районы бассейна Белого моря (таблица 1).

Мощность колонок изменялась от 14 до 35 см. Шаг определения концентраций ртути составил 0,5–1,0 см. Глубины отбора донных отложений колебались в пределах 40– 298 м. Всего было произведено порядка 200 определений.

На основании анализа всего массива данных, установлено, что концентрации ртути в донных осадках Белого моря варьировали в пределах 0,006 – 0,095 мкг/г, в среднем составляя 0,023 мкг/г. Можно заметить, что порядка 80% проб содержали менее 0.03 мкг/г с.м. ртути.

Станция 34 расположена в южной части Двинского залива Белого моря, осадки были отобраны с глубины 40 м, мощность разреза составила 15 см.

Содержание ртути колеблется в пределах 0,009 – 0,047 мкг/г, в среднем составляет 0,019 мкг/г с.м.

Таблица 1 - Ртуть в донных осадках Белого моря [9]

№ станции	Наименование	Координаты	Содержание ртути, мкг/г сухой массы (мкг/г с.м.)			Среднее квадратичное отклонение
			min	M _{ср}	max	
Ст. 34	Южная часть Двинского залива	N 64° 50.56 E 39° 10.23	0.009	0.019	0.047	0.002
Ст. 27	Северо-западная часть Двинского залива	N 65° 02.45 E 38° 00.22	0.013	0.023	0.035	0.001
Ст. 20	Бассейн, Северная часть	N 65° 54.20 E 38° 15.71	0.012	0.024	0.095	0.016
Ст. 4	Бассейн, Центральный р-н	N 65° 48.58 E 36° 45.90	0.014	0.022	0.05	0.002
Ст. 8	Кандалакшский залив	N 66° 29.10 E 34° 06.16	0.006	0.027	0.046	0.003
Весь массив данных			0.006	0.023	0.095	0.012

Здесь, при общей тенденции уменьшения содержания валовой ртути с глубиной, отмечаются три пика концентраций. Они приурочены к горизонтам 2, 4 и 10 см (рисунок 5).

Самый верхний горизонт донных отложений (мощностью 2–3 см) содержит наибольшие для данной станции концентрации ртути (0,047 мкг/г с.м.). При этом горизонт донных осадков, непосредственно контактирующий с водной толщей (0,0 – 1,5 см), несколько обеднен Hg, что обусловлено естественными процессами вымывания и десорбции металла в прилежащие слои воды. Этот горизонт представлен песчано-глинистым наилком жидкой консистенции с погруженными в нем глинистыми катунами, и является, по-видимому, продуктом размыва «древних» илов. Пик концентрации валовой ртути здесь, очевидно, связан с антропогенным поступлением металла.

Так, нижняя граница пика соответствует времени начала активной фазы индустриализации этого района и развития целлюлозно-бумажного производства. Вершина пика приходится на период промышленного бума, т. е. охватывает промежуток до начала 90-х годов прошлого века.

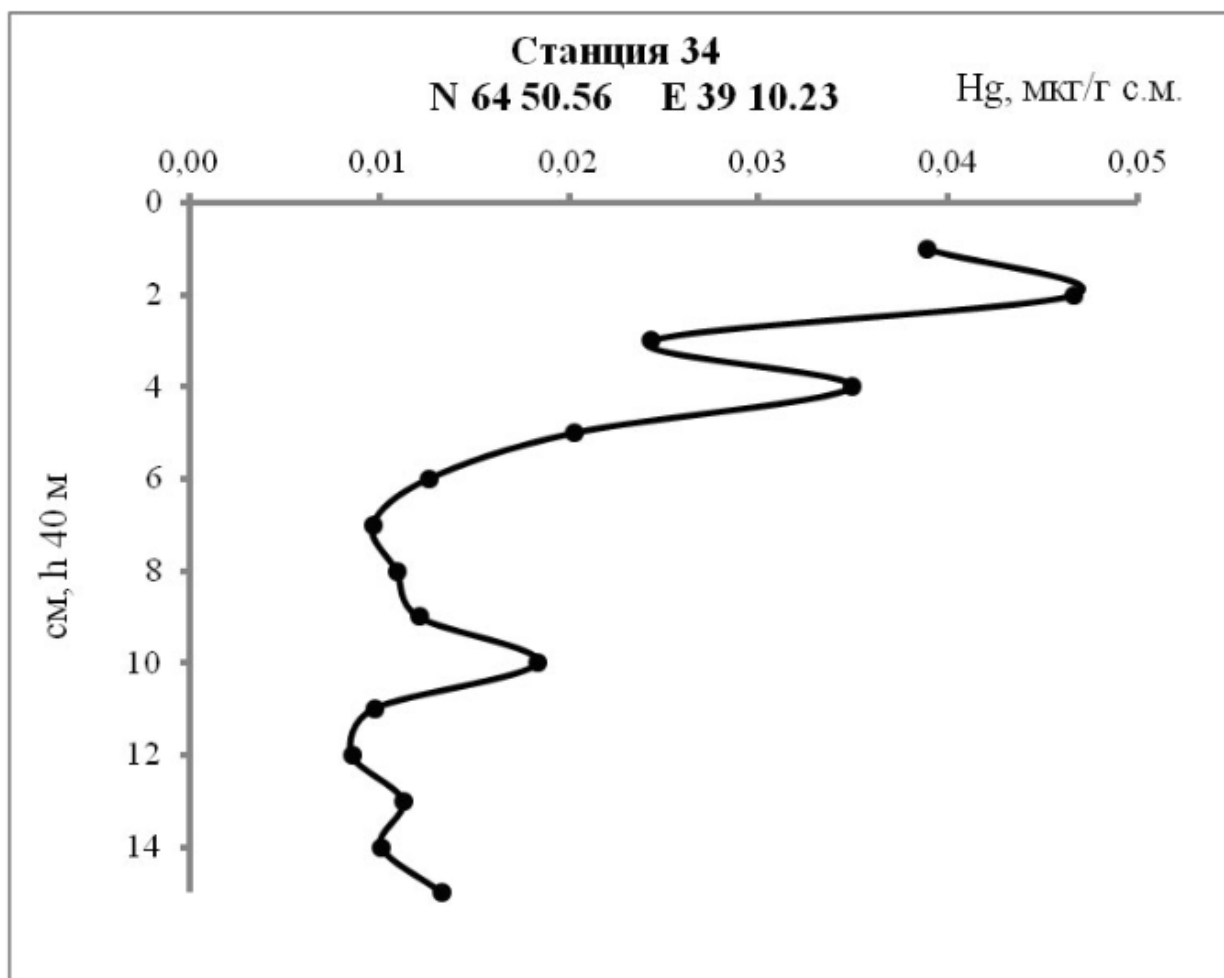


Рисунок 5 - Содержание валовой формы ртути в донных осадках станции № 34 [9]

Во временной интервал конца тридцатых — начала девяностых годов попадает Вторая мировая война. Формирование повышенных концентраций ртути в это время можно объяснить её поступлением в донные отложения, главным образом, с поверхностным стоком р. Северная Двина. В меньшей степени это может быть связано с глобальным поступлением ртути через атмосферный канал. Второй пик (0,035 мкг/г с.м.) менее значителен, располагается на глубине 4–5 см. Его формирование возможно обусловлено

глобальным массопереносом ртути в арктические районы, выделившейся в тропосферу вследствие интенсификации сжигания угля, нефти, торфа и боевых действий на фронтах Первой мировой и гражданской войн.

Третий всплеск концентраций на фоне общего понижения выявлен в грунте, находящемся на глубине 10 см, содержание ртути составляет здесь 0,02 мкг/г с.м. Ниже этого горизонта все установленные концентрации располагаются в коридоре значений 0,01 – 0,03 мкг/г. с.м. Очевидно, обозначенный интервал концентраций валовой ртути характерен для доиндустриального периода. В свете изложенного 0,03 мкг/г. с.м. можно принять за природный фон для осадков Белого моря.

Станция 27 расположена в северо-западной части Двинского залива Белого моря. Осадки отбирались с глубины 60 м, длина вертикального разреза составила 18 см. Содержание ртути колебалось в пределах 0,013–0,035, в среднем составив 0,023 мкг/г с.м. (рисунок 6).

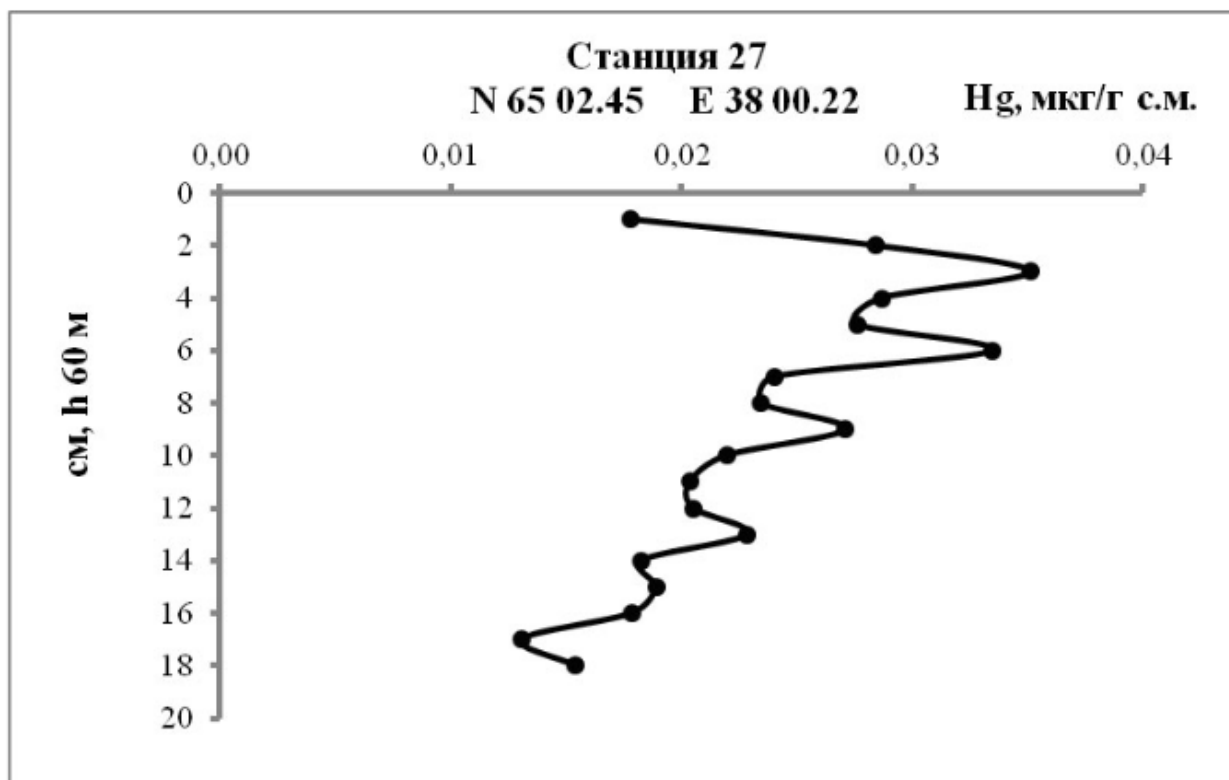


Рисунок 6 - Содержание валовой формы ртути в донных осадках станции № 27 [9]

Видно, что кривая изменения концентраций ртути с глубиной подобна графику предыдущей станции. Здесь также отмечается увеличение концентраций от поверхности донных осадков до горизонта 2 см, где выявлено максимальное для данной станции содержание ртути (0,035 мкг/г с.м.) и дальнейшее уменьшение содержания ртути с глубиной. На глубине порядка 4 см отмечен всплеск повышенных концентраций ртути. Затем наблюдается чередование пиков повышенных и пониженных концентраций этого тяжелого металла. Состав донных отложений здесь разнообразен: в интервале 0,0 – 1,0 см спорадически развита тонкая прослойка окисленного глинистого наилка, которая сменяется (1,0 – 6,0 см) сначала на глинистые алевриты, а затем — к подошве — на обогащенные гидротроилитом глинистые алевриты. Оценивая влияние антропогенной деятельности (в период с 1914 г. до середины 90-х гг. прошлого века), можно предположить, что оно четко отслеживается в интервале глубин 1,0 – 7,0 см. Выявленный ниже всплеск концентраций в большей мере связан с природным фактором — наличием гидротроилита (до 10% объема осадка). Коридор значений естественного фона здесь может быть обозначен в пределах 0,015 – 0,025 мкг/г с.м.

Станция 20 расположена в северной части бассейна Белого моря, осадки взяты с глубины 81 м, мощность колонки составила 34,5 см. Содержание ртути колебалось в пределах 0,012– 0,095, в среднем составив 0,024 мкг/г с.м. (рисунок 7).

Наибольшее содержание валовой ртути приурочено к глубине 2 см, составляет 0,095 мкг/г с. м. и является максимальным для всей выборки данных. Вниз по разрезу наблюдается уменьшение содержания ртути с глубиной, некоторые скачки концентраций приурочены к глубинам 7–8, 11, 18, 22 см.

В целом при анализе распределения ртути по разрезу донных осадков следует отметить, что оно очень неравномерно. Однако общая тенденция к уменьшению содержания ртути с глубиной сохраняется. Относительно

низкие концентрации отмечены в слое 0,0 – 1,5 см. В нижележащем горизонте 1,5 – 2,5 см происходит резкое возрастание концентраций до максимальных значений, минимальные приурочены к нижним слоям колонки. Пиковые концентрации ртути отмечаются также в горизонте 7,5–10,0 см донных осадков. Исследователи отмечают, что для данной станции характерна наибольшая разница между максимальным и минимальным значением концентраций (в 4,7 раза).

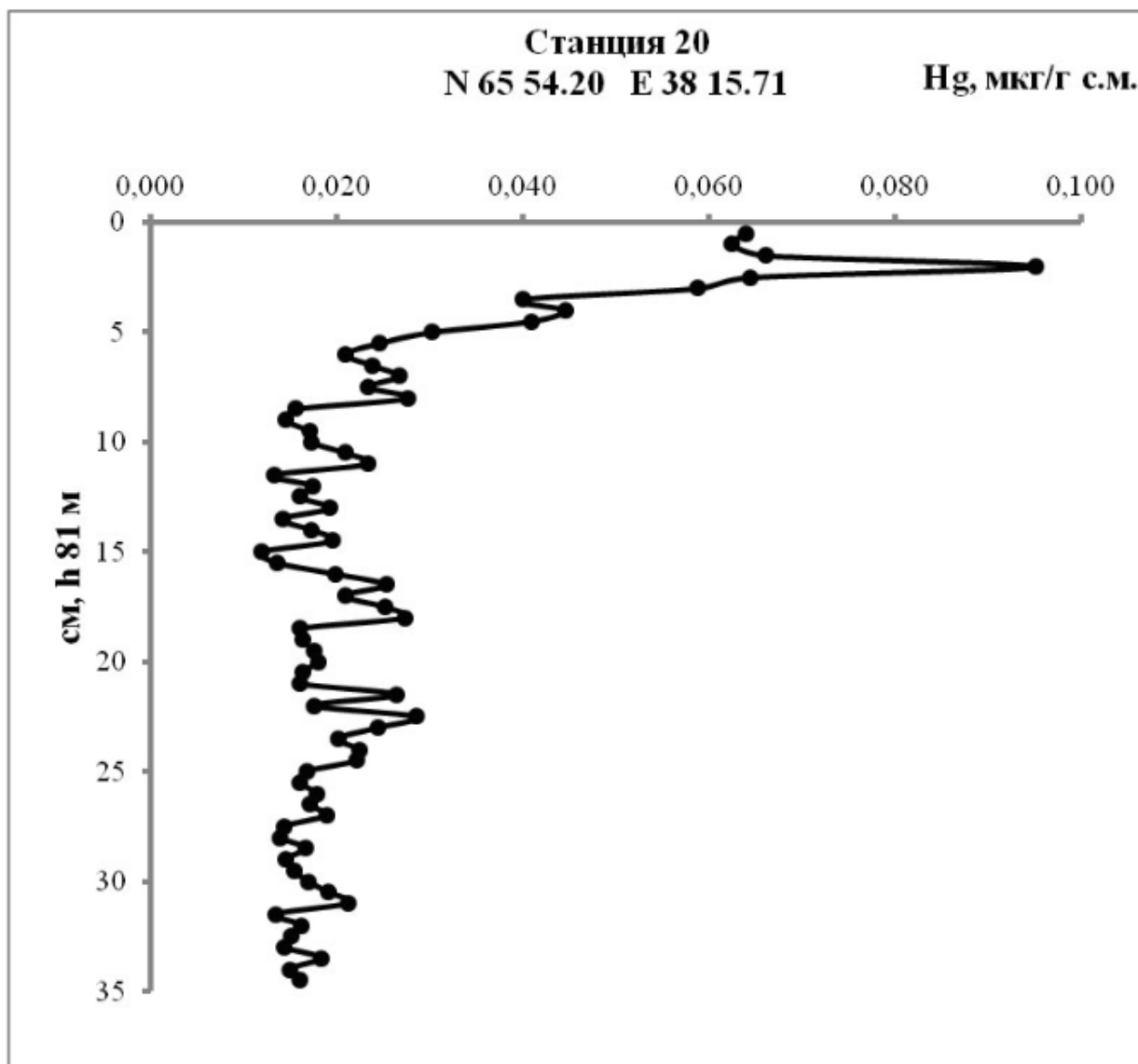


Рисунок 7 - Содержание валовой формы ртути в донных осадках станции № 20 [9]

Возможно, это связано с наибольшей удаленностью данной станции от воздействия промышленных выбросов различных предприятий, стока речных

вод и транспортных путей, и основная доля накопившейся ртути поступила с атмосферным переносом воздушных масс в индустриальное время. Кроме того, эта станция расположена в северной части бассейна Белого моря, а точнее на юго-западе Горла Белого моря. Известно, что именно вдоль западных берегов Горла в котловину Белого моря поступают более соленые воды из Баренцева моря. Возможно, формирование высоких концентраций ртути в верхнем горизонте осадков обусловлено именно наличием здесь зоны контакта вод разной солености и связанной с этим, активизацией процессов осаждения ртути со взвешенным веществом в донные отложения.

Станция 4 расположена в центральном районе бассейна Белого моря, осадки отобраны с глубины 207 м, мощность разреза составила 15 см. Концентрации ртути колебались в пределах 0,014– 0,05, в среднем составив 0,022 мкг/г с.м. (рисунок 8).

Максимальное содержание ртути отмечается на глубине 1 см (0,05 мкг/г с.м.), далее идет снижение концентраций — до глубины 8,5 см, где наблюдается некоторое возрастание значений (0,027 мкг/г с.м.). Повышенные концентрации в горизонте 8,5 см вполне могут быть обусловлены высокой долей примесей здесь гидротроилита относительно всего разреза.

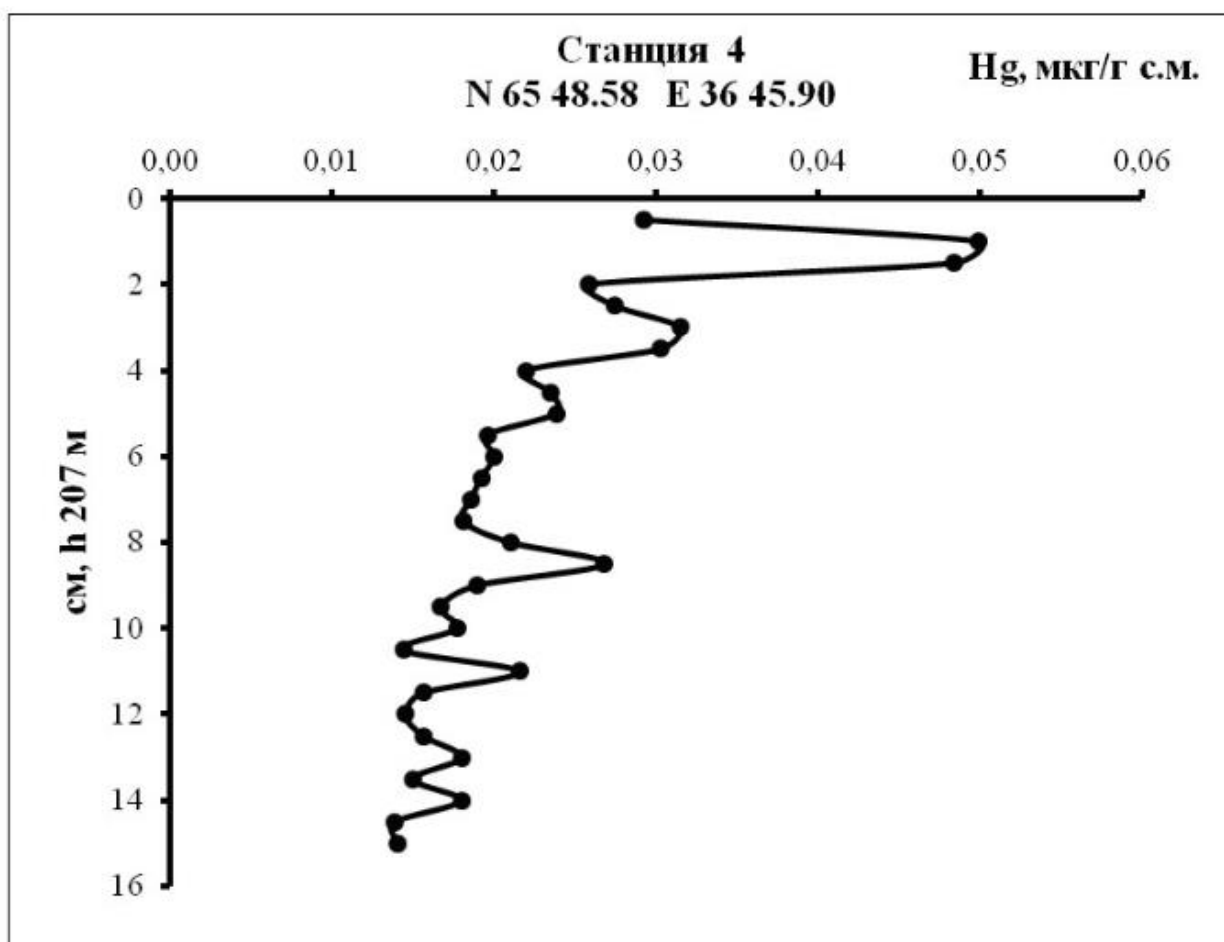


Рисунок 8 - Содержание валовой формы ртути в донных осадках станции № 4 [9]

Станция 8 расположена в Кандалакшском заливе Белого моря, осадки отобраны с глубины 298 м. Длина вертикального разреза составила 20,5 см. Содержание ртути здесь колебалось в пределах 0,006 – 0,046, в среднем составив 0,029 мкг/г с.м. (рисунок 9).

На этой станции, в отличие от других, отмечается монотонное возрастание концентраций ртути от поверхности до глубин 7,5 – 10,5 см. В слое 8,5 см оно достигает максимальных значений. Далее наблюдается скачкообразное снижение концентрации ртути.

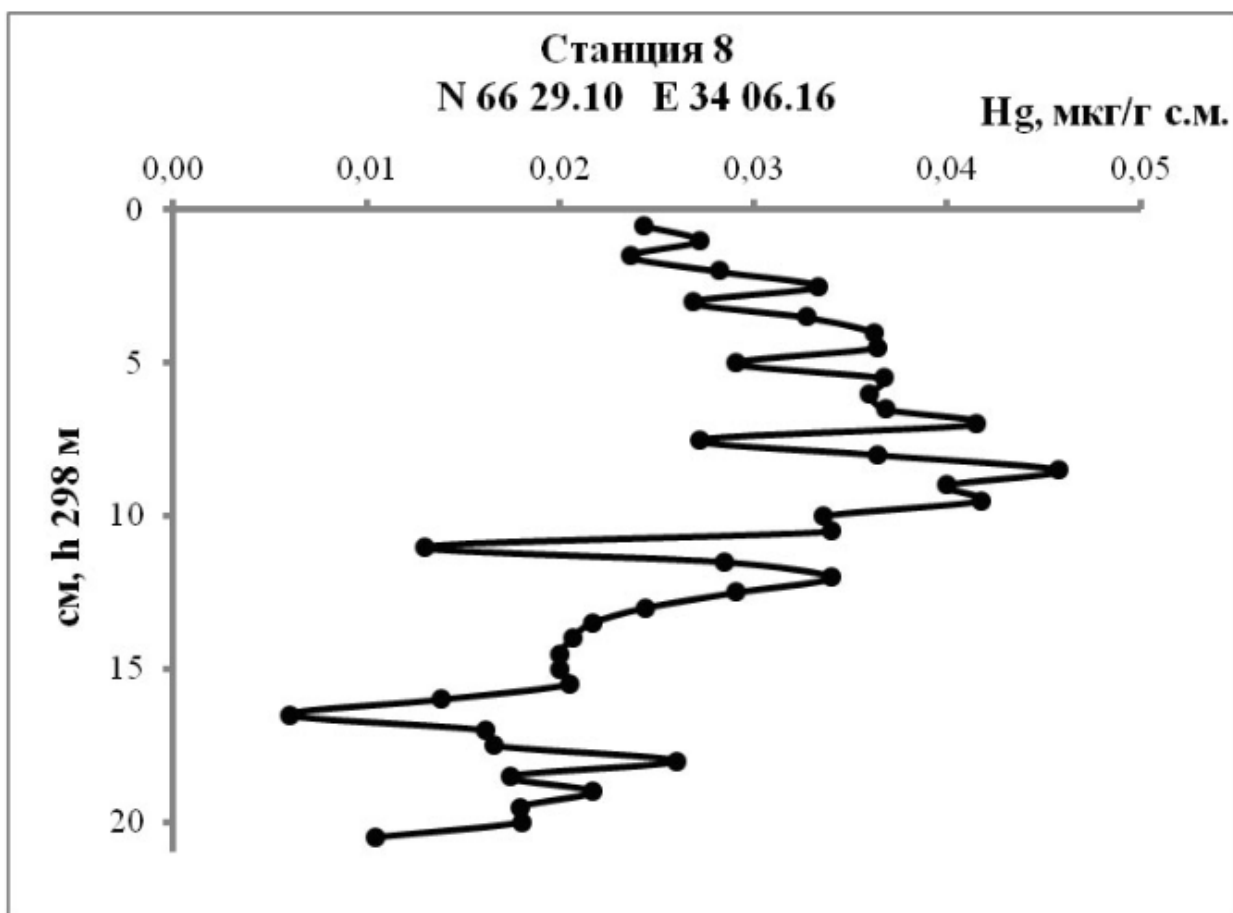


Рисунок 9 - Содержание валовой формы ртути в донных осадках станции № 8 [9]

Подобный характер изменения концентраций ртути резко отличается от остальных разрезов. Распределение ртути на графике можно назвать «перевернутым». Такое явление, по-видимому, является следствием переотложения донных осадков по причине действия как природных, так и антропогенных факторов процессов. Среди природных процессов можно выделить сейсмическую активность, спорадически проявляющуюся в Кандалакшском заливе. По мнению авторов, Кандалакшский грабен является структурой, в пределах ветвей которой происходит циклическая миграция очагов землетрясений, вследствие чего здесь создаются условия для формирования оползневых процессов. Добавим, что оползни могут быть также вызваны морозобойными ударами (морозное растрескивание грунтов и льда в водоемах). При растрескивании льда происходит его воздействие на борта залива, что может инициировать оползневые процессы.

Антропогенные причины формирования «перевернутого» разреза могут быть связаны также с имевшим здесь место углублением фарватера и строительством нефтебазы с использованием взрывов [11]. Эти действия, возможно, и привели к изменению сложившейся литологической обстановки. Произошло переотложение донных осадков, в результате чего они из нижних горизонтов были перемещены в верхние слои. Однозначно разделить влияние природных и антропогенных факторов и процессов не представляется возможным. Здесь можно предположить, что сползание загрязненных донных отложений в более глубокие районы залива было вызвано аддитивным воздействием на них как природных, так и антропогенных факторов, и процессов. В настоящее время эти донные осадки оказались перекрытыми более молодыми слоями, содержащими относительно низкие концентрации ртути.

Таким образом, в ходе проведенных исследований наблюдаются следующие закономерности:

1. Концентрации ртути в донных осадках Белого моря изменяются в пределах 0,006 – 0,095, в среднем составляя 0,023 мкг/г с.м.
2. Для акватории Белого моря (за исключением Кандалакшского залива) выявлены следующие закономерности распределения ртути по вертикальному разрезу донных осадков:
 - скачкообразный характер изменения концентраций ртути с общей тенденцией к уменьшению с глубиной;
 - максимальные концентрации приурочены к горизонту 1,5 – 3,0 см донных осадков;
 - для верхнего горизонта 0,0 – 1,5 см характерно наличие пониженных концентраций ртути, здесь наблюдается зона размыва отложений, окисления и резкая нижняя граница;
 - наличие второго пика концентраций на глубинах 7,5 – 10,0 см (в 2,5 раза меньше по сравнению с верхним горизонтом), связано с повышенным содержанием здесь сульфидов железа.

3. Впервые содержание ртути по разрезу донных осадков использовано в качестве индикатора проявления оползневых факторов и процессов в Белом море.
4. Для донных отложений Кандалакшского залива выявлено и объяснено наличие «перевернутого разреза» — когда наиболее загрязненный ртутью слой в результате воздействия различных факторов оказался перезахоронен.
5. Впервые для Белого моря установлены вариации природного фона концентраций ртути в пределах 0,01 – 0,03 мкг/г с.м. При этом за фоновое значение для экосистемы Белого моря была принята верхняя граница данного интервала значений, т. е. 0,03 мкг/г с.м.
6. В целом на распределение концентраций ртути по разрезу донных осадков оказывают влияние как антропогенные, так и природные факторы. По мере удаления от устьевой области реки Северная Двина её роль в поставке ртути в Белое море снижается, а значение глобального и регионального атмосферного массопереноса элемента — возрастает [9].

Глава 2. Характеристика природно – климатических и геологических условий Томской области

2.1 Административно – географическое описание Томской области и Шегарского района в частности.

Томская область входит в состав Сибирского федерального округа. Расположена на юго-востоке Западно-Сибирской равнины и занимает площадь 316,9 тыс. км². Протяженность области с запада на восток - 780 километров, а, с юга на север составляет 600 километров. Область входит в состав Сибирского федерального округа. На севере и северо-западе она граничит с Ханты-Мансийским автономным округом, на западе - с Омской, на юго-западе - с Новосибирской, на юге - с Кемеровской областями, на востоке и северо-востоке - с Красноярским краем (рисунок 10). Как административно-территориальная единица, область образована 13 августа 1944 г. Административный центр г. Томск [12].



Рисунок 10 - Расположение Томской области на территории РФ [13]

Шегарский район — административно-территориальная единица (район) и муниципальное образование (муниципальный район) в Томской области. Находится в южной части области, преимущественно на левобережье Оби (рисунок 11). Административный центр, село Мельниково, располагается в 60 км к западу от города Томска. Район граничит: на западе — с Бакcharским, на севере — с Кривошеинским, на востоке — с Томским, на юге — с Кожевниковским районами Томской области, на юго-западе — с Новосибирской областью.

В муниципальный район входят 6 муниципальных образований со статусом сельских поселений: Анастасьевское сельское поселение, Баткатское сельское поселение, Побединское сельское поселение, Северное сельское поселение, Трубачевское сельское поселение, Шегарское сельское поселение [14].

В районном центре сходятся автотрассы федерального подчинения, ведущие на юг – в Новосибирскую область далее на Алтай, на запад – до Бакчара – Парабели – Кедрового, на север – до Колпашева и Каргаска, и на юг – до Томска с выходом на Транссибирскую магистраль. Также через территорию района проходят трубопроводы, поставляющие нефть и газ предприятиям Томска и Кузбасса.

Достаточно развитый и перспективный Шегарский район отличается выгодным географическим положением, хорошей инфраструктурой и большими возможностями сельскохозяйственной отрасли. На долю агропромышленного комплекса приходится более 60% валового продукта района.

Южная часть Шегарского района занята в основном сельхозугодиями. Север и северо-запад занимают таёжные леса и болота. В 4 км к востоку от села Мельникова протекает важнейшая водная транспортная артерия Западной Сибири — река Обь [14].



Рисунок 11 - Расположение Шегарского района на территории Томской области [14]

2.2 Климатическая характеристика района

Тип климата — континентально-циклонический (переходный от европейского умеренно континентального к сибирскому резко континентальному). Среднегодовая температура: 0,9 °С. Безморозный период составляет 110 — 120 дней. Зима суровая и продолжительная, минимальная зарегистрированная температура –55 °С (январь 1931 года). Средняя температура января: –17,1 °С, средняя температура июля: +18,7 °С. В конце января и феврале бывают кратковременные оттепели до +3 °С, которые приносят циклоны из северной Атлантики. Смена сезонов происходит достаточно быстро, но наблюдаются возвраты к холодам и оттепелям.

Годовое количество осадков — 568 мм. Основная их часть выпадает в тёплый период года. Грозы бывают в Томске в среднем 24 раза в год, начинаются в конце апреля и заканчиваются в октябре. Грозы достаточно сильные из-за серьёзного различия температур воздушных масс из Средней Азии и Севера Западно-Сибирской равнины с Васюганскими болотами (эти болота дают охлаждающий эффект в летнее время), их основная часть выпадает на вечернее время. Средняя скорость ветра 1,6 м/с, но в начале весны часто дуют сильные ветры с порывами до 30 м/с, причиной чему вызывается частая смена циклонов и антициклонов, сопровождающаяся перепадами атмосферного давления. Господствуют ветры юго-западного и южного направлений — около 50 % (рисунок 12). Отопительный период длится с октября по май. 12 июля 2014 года в Томске был отмечен абсолютный максимум температуры за всю историю наблюдений, температура повысилась до +35,6 градуса, прежний рекорд был на 0,5 градуса ниже и отмечался за 39 лет 1 день до этого, 11 июля 1975 года (+35,1 °С) [15].

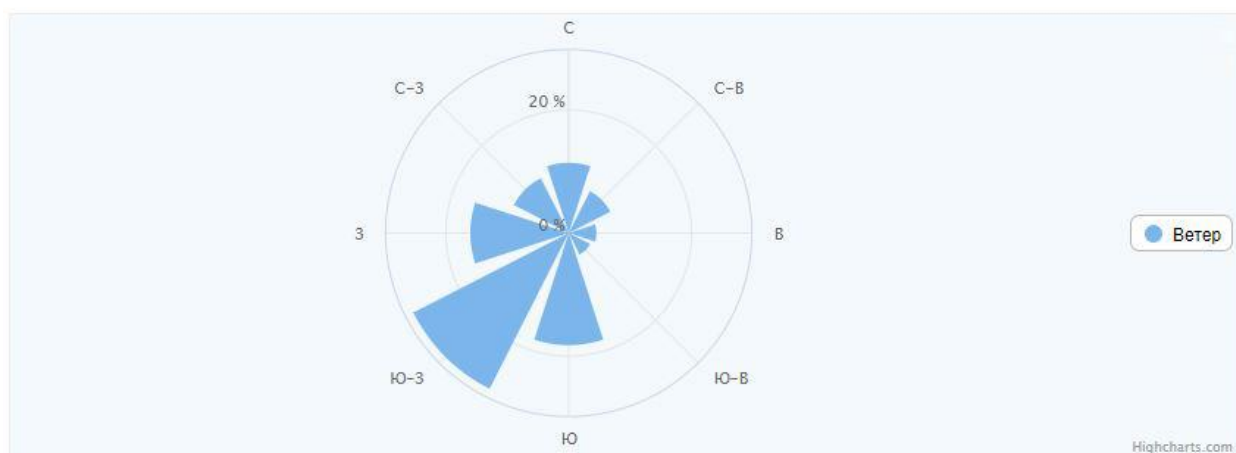


Рисунок 12 - Роза ветров Томской области [15]

2.3 Почвы

В пределах Томской области почвообразующие породы имеют различный генезис: аллювиальный, озерно-аллювиальный, озерный, местами золовый и водно-ледниковый. Формирование почв происходит в основном под влиянием многообразных сил природы. Процесс почвообразования на территории области характеризуется несколькими специфическими особенностями:

- тесная зависимость от свойств материнского субстрата;
- слоистость отложений;
- повышенная обводненность северной и центральной частей области;
- сильное влияние мезо- и микрорельефа на почвообразование;
- обогащенностью почвообразующих пород карбонатами в пределах южной тайги и обедненностью – в средней;
- суровость климата, длительное промерзанием и медленное оттаивание почв, которые способствуют их переувлажнению;
- тесная связь распределения растительных сообществ с литологией пород и почвенным климатом.

Все эти факторы находятся в различном соотношении друг к другу в зависимости от местоположения рассматриваемого участка. Из этих факторов складываются необходимые условия для определенных типов почвообразования: дернового, подзолообразовательного и болотного [16].

2.4 Растительный и животный мир

Общая площадь земель лесного фонда Томской области составляет 28 772,0 тыс. га или 91 % территории области, из которых лесные земли составляют 68,2 %, в том числе покрытые лесом (19 273,6 тыс. га) — 67,0 %. Нелесные земли занимают 31,8 % (9 146,5 тыс. га) площади лесного фонда, в том числе: болота — 30,1 %. Лесистость территории Томской области составляет 61,4 %. Земли лесного фонда Томской области подразделяются по целевому назначению на защитные и эксплуатационные леса.

Эксплуатационные леса занимают 27 111,0 тыс. га земель лесного фонда. Защитные леса занимают 1661,0 тыс. га земель лесного фонда.

По породному составу преобладают хвойные насаждения, составляющие 53,5 % покрытой лесом площади. Из них сосна — 28,8 %, кедр — 19,0 %, лиственница, ель и пихта — 5,7 %. Мягколиственные насаждения составляют 46,5 % покрытой лесом площади. Из них береза — 35,8 %, осина — 9,9 %, другие (тополь, древовидные, кустарниковые ивы — 0,8 %).

Животный мир Томской области на протяжении уже длительного времени остается неизменным и насчитывает примерно 2000 видов. Широко представлены различные группы беспозвоночных — 1500 видов, 1 вид — круглоротые, 33 вида — рыбы, 6 видов — амфибии, 4 вида — рептилий, 326 видов — птицы и 62 вида — млекопитающих.

Среди птиц большинство составляют перелетные (147) и оседло-кочевые (48) виды. Обычны 39 пролетных видов и 4 зимующих. Широко представлены залетные виды (62), пребывание которых в Томской области не закономерно. Ядро орнитофауны области составляют 225 гнездящихся видов.

Система особо охраняемых природных территорий (далее — ООПТ) Томской области включает 186 природных объектов, 107 из которых ООПТ регионального значения, 1 ООПТ федерального значения и 78 ООПТ местного значения. Доля ООПТ составляет 3,9 % от площади области (таблица 2).

В Красную книгу Томской области занесено около 200 видов растений и животных. Из них животных — 86 видов (млекопитающие — 7, Птицы — 43, Пресмыкающиеся — 2, Земноводные — 2, Костные рыбы — 4, Насекомые — 26, Ракообразные — 1, Брюхоногие моллюски — 1). Причем, Русская выхухоль, Чёрный аист, Обыкновенный фламинго, Краснозобая казарка, Пискулька, Малый лебедь, Савка, Скопа, Степной лунь, Большой подорлик, Беркут, Сапсан, Стерх, Кречет, Черный журавль и др. занесены в Красную книгу Российской Федерации. Зачастую редкие виды имеют не только ограниченное распространение в природных популяциях, но и

характеризуются сложной биологией, затрудняющей их введение и сохранение в условиях культуры. Для таких видов необходима охрана природных мест обитания, которая наиболее эффективно может осуществляться в системе особо охраняемых природных территорий, позволяющей ввести особый режим использования территорий, направленный на сохранение природных сообществ [17].

Таблица 2 - Особо охраняемые природные территории Томской области [17]

Наименование категории ООПТ	Число ООПТ	Общая площадь, га
ООПТ федерального значения		
Заповедник «Васюганский»	1	В границах Томской области не утверждена
ООПТ регионального значения		
Заказники	18	1207341,3
Памятники природы	82	27258,34
Дендрологические парки и ботанические сады	1	126,5
Территории рекреационного назначения	3	1673,27
Ландшафтные парки (охраняемые ландшафты)	3	1900
Итого:	107	1243402,48
ООПТ местного значения		
Итого:	78	5103,07
Итого по всем категориям ООПТ федерального, регионального и местного значения	186	1243402,48

2.5 Гидрология

Томская область занимает юго-восточную окраину Западно-Сибирской плиты, обрамленную на юге области структурами Кузнецкого Алатау и Колывань-Томской складчатой зоны. Согласно общепринятому

гидрогеологическому районированию, территория Западно-Сибирской низменности рассматривается как крупный артезианский бассейн. Верхний гидрогеологический этаж характеризуется свободным водообменом, лишь нижняя его часть – затрудненным. В пределах верхнего этажа, в основном, развиты пресные подземные воды, меньше – в разной степени минерализованные. Воды нижнего гидрогеологического этажа, характеризующегося затрудненным водообменом, отличаются высокой минерализацией. Это преимущественно термальные и минеральные воды [18].

Основную роль в питании всех водоносных горизонтов и комплексов играет инфильтрация атмосферных осадков. На стыке артезианского бассейна и его палеозойского обрамления, а точнее – в северной части Колывань-Томской складчатой зоны пресные воды в верхней гидрогеологической зоне обнаружены до глубины 500 м. Здесь воды палеоген-четвертичных отложений гидравлически тесно связаны с водами палеозойских образований, особенно по зонам тектонических нарушений, которые обогащены рудными и другими компонентами.

На территории Томской области находится развитая речная сеть, множество озёр и болот. Общая площадь открытых водоёмов области, в которые входят реки и озёра, составляет 7803 км², что является 2,5% от всей её территории. Главной водной артерией юга области и его окрестностей является река Обь, которая образуется от слияния рек Катунь и Бии в горах Алтая и достигает в длину — 3650 км [19].

2.6 Геология и полезные ископаемые Томской области

По особенностям геологического строения и степени изученности Томская область делится на две части. Первая включает около 97% территории области и в основном покрыта средне- и мелкомасштабными геологическими съемками. В геологическом отношении она является частью Западно-Сибирской плиты с мощным чехлом мезозойско-кайнозойских

отложений на гетерогенном фундаменте и характерным для молодой платформы комплексом полезных ископаемых (углеводородное сырье, бурый уголь, осадочные железные руды, неметаллические полезные ископаемые и др.). Вторая занимает около 3% территории области и располагается на юге экономически освоенного Томского района. В геологическом отношении она является областью сочленения структур Колывань-Томской складчатой зоны, Кузнецкого Алатау и Кузбасса с неглубоко залегающим палеозойским фундаментом и известна под названием Томского (Томско-Каменского) выступа или Томь-Яйского междуречья. Томский выступ, в силу своего экономического положения, особенностей геологического строения и металлогении, характеризуется более детальной геологической изученностью.

Большая часть исследуемых районов расположена на сочленении двух структур: юго-восточной части Западносибирской плиты и Колывань-Томской складчатой зоны, а конкретно – в зоне погружения Западносибирской плиты.

Территория подразделяется на два структурных этажа: внизу – верхнепалеозойский складчатый фундамент, представленный песчано-глинистыми сланцами нижнего карбона, прорванный дайками диабазов; в верхней части – маломощно полого залегающий платформенный чехол мелкайнозойского возраста. В геологическом строении принимают участие отложения различного возраста и генезиса: от каменноугольных (отложения фундамента, выходящего на поверхность в бортах малых рек) до четвертичных, протяжённых от современных отложений поймы р. Томи до склоновых отложений Томь-Яйского водораздела [20].

Территория Томской области содержит в себе множество месторождений полезных ископаемых, к которым относятся как рудные, так и нерудные полезные ископаемые (рисунок 13).

Большая часть месторождений расположена в Томском районе. Наиболее распространёнными являются проявления металлических и

горючих полезных ископаемых, а также строительных материалов и обширные месторождения агрохимического сырья [21].

Томская область является крупным нефтегазодобывающим районом Российской Федерации, что определяет основные приоритеты инвестиций, а также организации и финансирования геологоразведочных работ. Проведенные в последние годы исследования показали, что кроме нефти и газа здесь находятся также значительные ресурсы твердых полезных ископаемых. В недрах Томской области сосредоточено свыше 57% ресурсов железа (от баланса по Российской Федерации), 18% циркония, 9% титана, 6% алюминия, 5% бурого угля, 4% цинка. Кроме того, юго-восток области перспективен на золото, сурьму и полиметаллы. В области расположены также многочисленные месторождения различных неметаллических полезных ископаемых, обеспечивающие потребности строительной индустрии и сельского хозяйства [22].

Глава 3. Методика исследований

3.1 Анализ проб

Объектом исследований являются пробы донных отложений, отобранных на территории Шегарского района Томской области. Для исследования распределения ртути были выбраны 5 водных объектов: запруда на реке Кетла, запруда на реке Кайтес, западная часть озера Карлыгач, восточная часть озера Карлыгач, озеро Глубокое (рисунок 14).

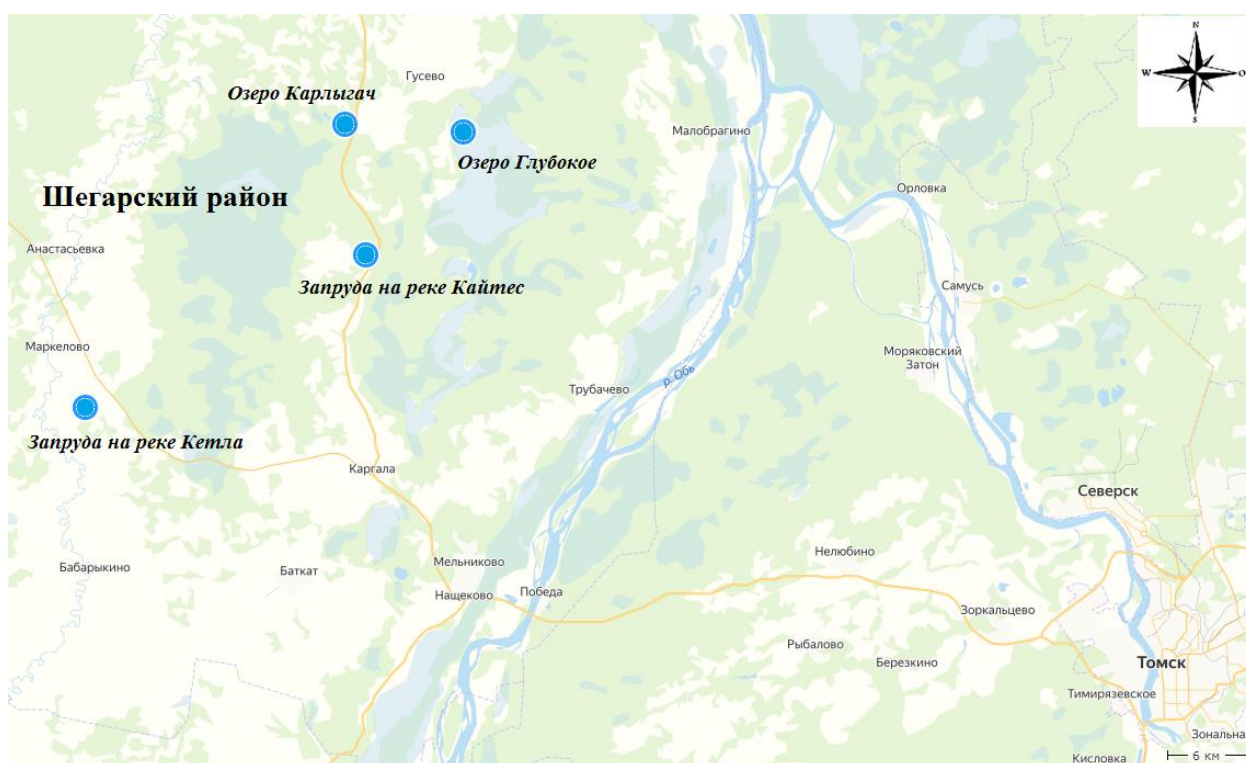


Рисунок 14 - Схема размещения исследуемых водных объектов Шегарского района

3.2 Опробование донных отложений

Опробование донных отложений выполнено А.Ю. Ивановым в 2018 году. Отбор проб был произведён при помощи сапропелевого бура БС–1 с пробоотборочным челноком длиной 1 метр. Опробование проводилось на глубину до 40 см с интервалом от 2 до 3 см. Предварительно с использованием бура измеряли глубину воды. Затем определяли физические свойства донных отложений (включения, запах, цвет, консистенция), после

чего пробы тщательно упаковывались и транспортировались в лабораторию. Затем шла просушка пробы и подготовка ее к анализу (рисунок 15)

На каждом пункте пробоотбора определялись географические координаты с помощью GPS «GARMIN» (погрешность + 5м), и осуществлялась его привязка на местности. Точки пробоотбора наносились на топографическую карту [24].

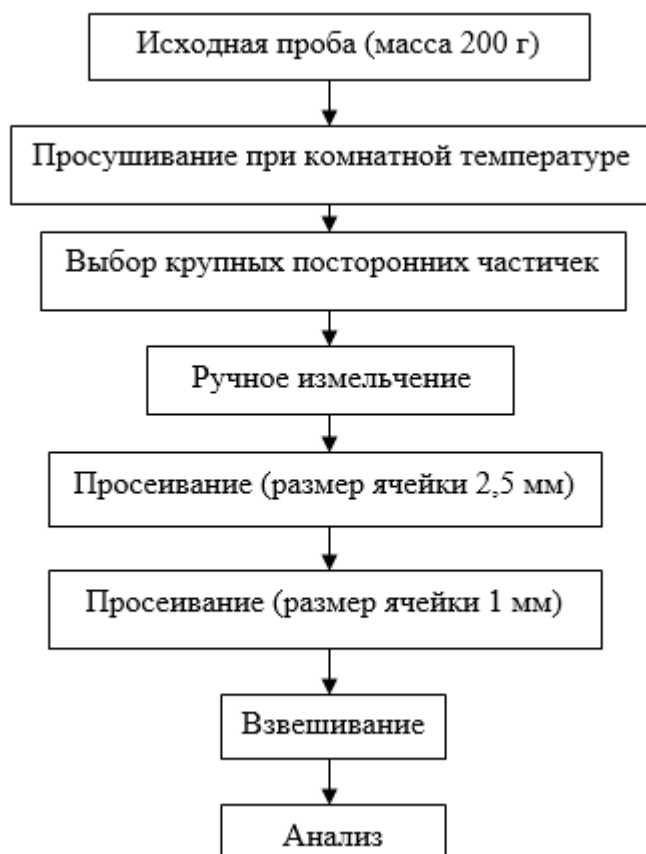


Рисунок 15 - Схема пробоподготовки проб донных отложений [25]

3.3 Анализ проб, проведённый лабораторно-аналитическими исследованиями

В данной работе использовался метод количественного анализа – атомно–абсорбционная спектроскопия (ААС), основанный на свойствах атомов поглощать свет с определенной длиной волны.

Все аналитические работы проводились под руководством сотрудника аналитической лаборатории – Осиповой Н.А.

Наивысшую чувствительность в ААС имеют приборы с электротермической атомизацией, в которых, в отличие от приборов с пламенной атомизацией, атомизированная проба остается в замкнутом объеме кюветы, а не уносится газовым потоком, тем самым, большее количество атомов пробы поглощают излучение лампы и чувствительность определения возрастает на 2-3 порядка.

В данной работе в качестве аналитического метода использовался атомно-абсорбционный метод с использованием программного обеспечения RA915P и двухсекционный ртутный газоанализатор «РА 915+» с приставкой «ПИРО-915+» (рисунок 16).

Приставка ПИРО-915+ предназначена для термической деструкции проб сложного состава, ее атомизации методом пиролиза, что позволяет исключить трудоемкий процесс «мокрой» пробоподготовки с использованием агрессивных сред. Приставка с помощью специального устройства соединена с анализатором ртути РА-915, где происходит определение ртути. В основе действия прибора – разновидность атомно-абсорбционного анализа - зеemanовская модуляционная поляризационная спектроскопия с высокочастотной модуляцией поляризации излучения на основе прямого эффекта Зеемана [26].

Принцип действия прибора состоит в следующем. Источником излучения является ртутная лампа, помещенная в постоянное магнитное поле. Резонансная линия ртути $\lambda=253,7$ нм расщепляется на три поляризационных зеemanовских линии (π , σ^+ и σ^- компоненты). Вдоль направления силовых линий магнитного поля распространяются только σ^- компоненты, причем одна σ^- компонента находится в пределах контура линии поглощения, а другая вне его. При отсутствии паров ртути в аналитической кювете интенсивности излучения обеих σ^- компонент будут равны. При появлении поглощающих атомов разность интенсивностей σ^- компонент будет тем больше, чем больше концентрация паров ртути. Разделение σ^- компонент во времени происходит с помощью поляризационного

модулятора. Спектральное смещение σ -компонент значительно меньше ширины полос поглощения подавляющего большинства соединений, которые могут присутствовать в анализируемом воздухе, и спектров рассеяния, поэтому неселективное ослабление светового потока мешающими компонентами не оказывает влияния на показания анализатора. Массовая доля ртути в пробе автоматически определяется по величине площади пика (аналитическому сигналу) на основании предварительно установленной градуировочной характеристики с использованием программного обеспечения к анализатору. Градуировку проводят с использованием стандартных образцов состава раствора ртути путем приготовления градуировочного образца, содержащего ртуть, адсорбированную на активированном угле, или твердых стандартных образцов с аттестованными значениями массовой доли ртути [26].

Аналитический комплекс используется при решении экологических задач, контроле технологических процессов, в производственной санитарии и научных исследованиях, при контроле продовольственного сырья и пищевых продуктов. Достоинствами и особенностями комплекса являются:

- 1) уникальная возможность прямого определения (без пробоподготовки) содержания ртути в жидких и твердых пробах: сточной воде, крови, продуктах питания, нефти и нефтепродуктах, почве, донных отложениях, горных породах и т.д.;
- 2) определение ртути без ее предварительного накопления на золотом сорбенте;
- 3) широкий динамический диапазон измерений (более трех порядков);
- 4) устранение влияния высоких содержаний хлорид-ионов и бензола в пробе на результаты анализа нагревом аналитической кюветы до 700 °С;
- 5) возможность выбора оптимальной температуры испарителя и функция «Форсаж» (ступенчатое увеличение температуры испарителя) позволяет снизить предел обнаружения;
- 6) визуализация процесса выхода ртути из образца;

7) стабильность градуировочного коэффициента обеспечивается встроенной системой контроля скорости прокачки и мощности нагревателей [27].

Работа данного прибора основана на термодеструкции матрицы пробы и восстановлении содержащейся в пробе связанной ртути методом пиролиза с последующим переносом образовавшейся атомарной ртути газом-носителем (воздухом) из атомизатора в аналитическую кювету.

Двухсекционный атомизатор «ПИРО-915+» состоит из: испарителя, в котором происходит испарение жидких и пиролиз твердых проб, нагретого реактора, в котором происходит каталитическая деструкция соединений матрицы пробы. После пиролизатора газовый поток сразу поступает в аналитическую кювету, нагретую до 700°C. Блок питания приставки обеспечивает постоянство скорости прокачки воздуха и температуры испарителя, реактора и кюветы.

Для управления анализатором ртути РА-915+ с компьютера, обработки, визуализации, хранения данных, получаемых с анализатора, используется программа RA915P (рисунок 17). Программа работает в графической операционной среде Windows 95-2000 (NT), разрешение экрана монитора 600x800 [28].



Рисунок 16 - Атомно-абсорбционный анализатор ртути РА-915+ в комплекте с приставкой ПИРО-915+ [27]

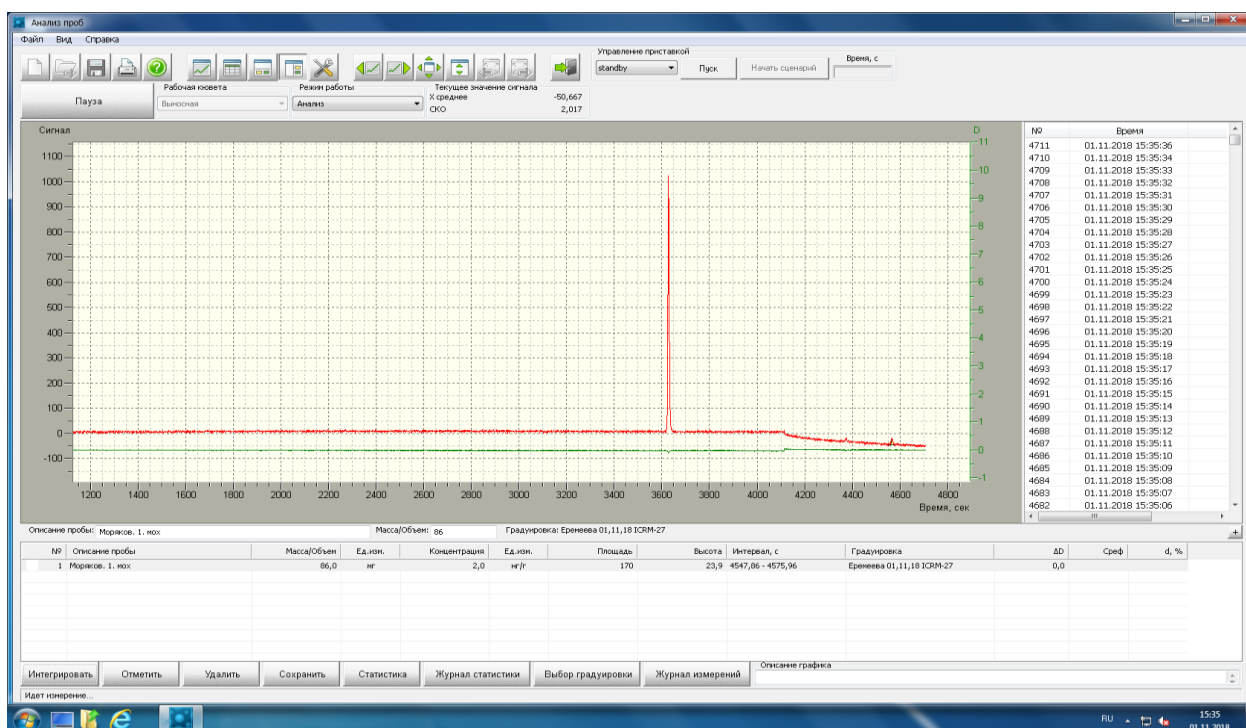


Рисунок 17 - Рабочее поле программы RA915P [28]

Ход работы на приборе:

1. Включается вытяжка, компьютер, прибор, поджиг лампы.
2. Проверяется градуировка, по необходимости проводится расчет градуировки.
3. Взвешивается ложечка – дозатор, производится обнуление на весах, затем берется навеска пробы, взвешивается, вводятся данные в программу и ложечка – дозатор помещается в печь.
4. Правой кнопкой мыши выделяется пик – площадь максимального выходного сигнала и включается интегрирование аналитического сигнала. Выделенная интегрированная область окрашивается в желтый цвет, корректируется для точного определения концентрации ртути. Данные о концентрации ртути в исследуемом образце выходят в таблице. Измерения нужно провести не менее 2-х раз для точного определения концентрации.
5. В таблице выделяется 2 строки с полученными значениями и нажимается функция «Статистика». Если относительное среднеквадратичное отклонение больше 12%, измерение производится еще раз.
6. После завершения работы на приборе, выключается программа, сохраняются данные, выключаются приборы [28].

Глава 4. Содержание ртути в донных отложениях

4.1 Латеральное распределение

Для определения концентраций ртути в донных осадках 5 исследуемых объектов была проведена математическая обработка данных (таблица 3) (проведённая в программном обеспечении «Excel») с помощью которой определена средняя величина концентраций ртути в донных отложениях Шегарского района. Также совместно с данными Иванова А.Ю. была проведена математическая обработка всех исследуемых водных объектов Шегарского района (таблица 4) [24].

В ходе работы с программным обеспечением «Statistika» был построен график количественного распределения ртути в донных отложениях всех исследуемых водных объектов Шегарского района, включая данные Иванова А.Ю. (рисунок 19) [24]. Все результаты, полученные в ходе аналитических исследований, сравнивались с кларками осадочных пород по Григорьеву [32]. С помощью математической обработки были выявлены средние значения концентраций, а также значения моды, медианы, минимальные и максимальные величины и коэффициент вариации (таблица 3,4).

Коэффициент вариации, подсчитанный в ходе математической обработки данных, показывает, какую долю среднего значения этой величины составляет её средний разброс.

Таблица 3 – Содержание ртути в донных осадках 5 водных объектов Шегарского района и статистические параметры их распределения, нг/г (67 проб)

Объект	Среднее	Медиана	Мода	Min.	Max.
Западная часть озера Карлыгач	16,86	12,85	11,8	10,1	30,1
Восточная часть озера Карлыгач	47,03	46,65	-	36,3	57,5
Запруда на реке Кетла	7,16	5,7	5,7	4,6	14,2
Запруда на реке	4,23	3,4	3,2	1,7	12,8

Кайтес					
Озеро Глубокое	11,42	10,4	10,4	9	23
Кларк*	68	-	-	-	-

Примечания: *Кларк для осадочных пород по Григорьеву (2003) [32]; - значения отсутствуют

Таблица 4 - Содержание ртути в донных осадках всех водных объектов Шегарского района и статистические параметры их распределения, нг/г

Район	Среднее	Медиана	Мода	Min.	Max.	V, %
Шегарский	240	174	101	4,23	830	87
Томская область	223	111	70	18	1238	140
Кларк*	68	-	-	-	-	-

Примечания: *Кларк для осадочных пород по Григорьеву (2003) [32]; - значения отсутствуют

Коэффициент вариации является наиболее распространенным показателем колебания, используемым для оценки типичности средних величин. Коэффициент вариации рассчитывался по следующей формуле:

$$V = \frac{\sigma}{C} \times 100\% \quad (1)$$

где V – коэффициент вариации,

σ – среднее квадратическое отклонение $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$

C – среднее содержание элемента.

Для Шегарского района $V = 87\%$. Если коэффициент вариации находится в пределах, не превышающих 30% или находящиеся близко к этому значению, – распределение элемента равномерно, если же наоборот – значение превышает 30% – распределение неравномерно.

Исходя из значения коэффициента вариации, Шегарский район является территорией с неравномерным распределением ртути.

Латеральное распределение ртути в донных осадках малых водоемов Шегарского района анализировалось исходя из оценки средних содержаний. Для построения схематической карты распределения ртути были

использованы данные по всем изученным водоемам Шегарского района. В ходе изучения проб, предоставленных Ивановым А.Ю. (для Шегарского района), была построена схема размещения исследуемых озёр в данном районе (рисунок 20) и карта-схема латерального распределения ртути в донных отложениях (рисунок 21).

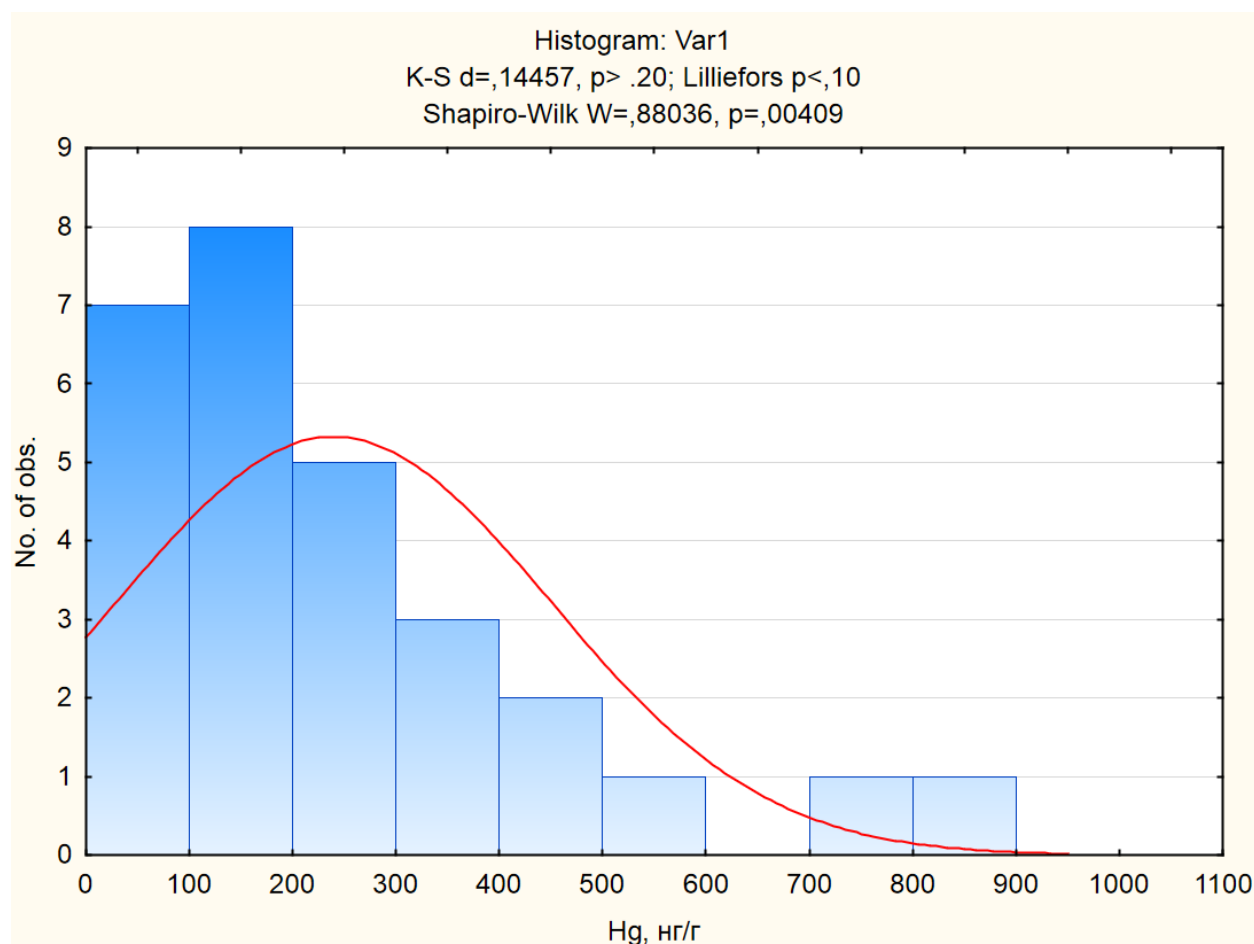
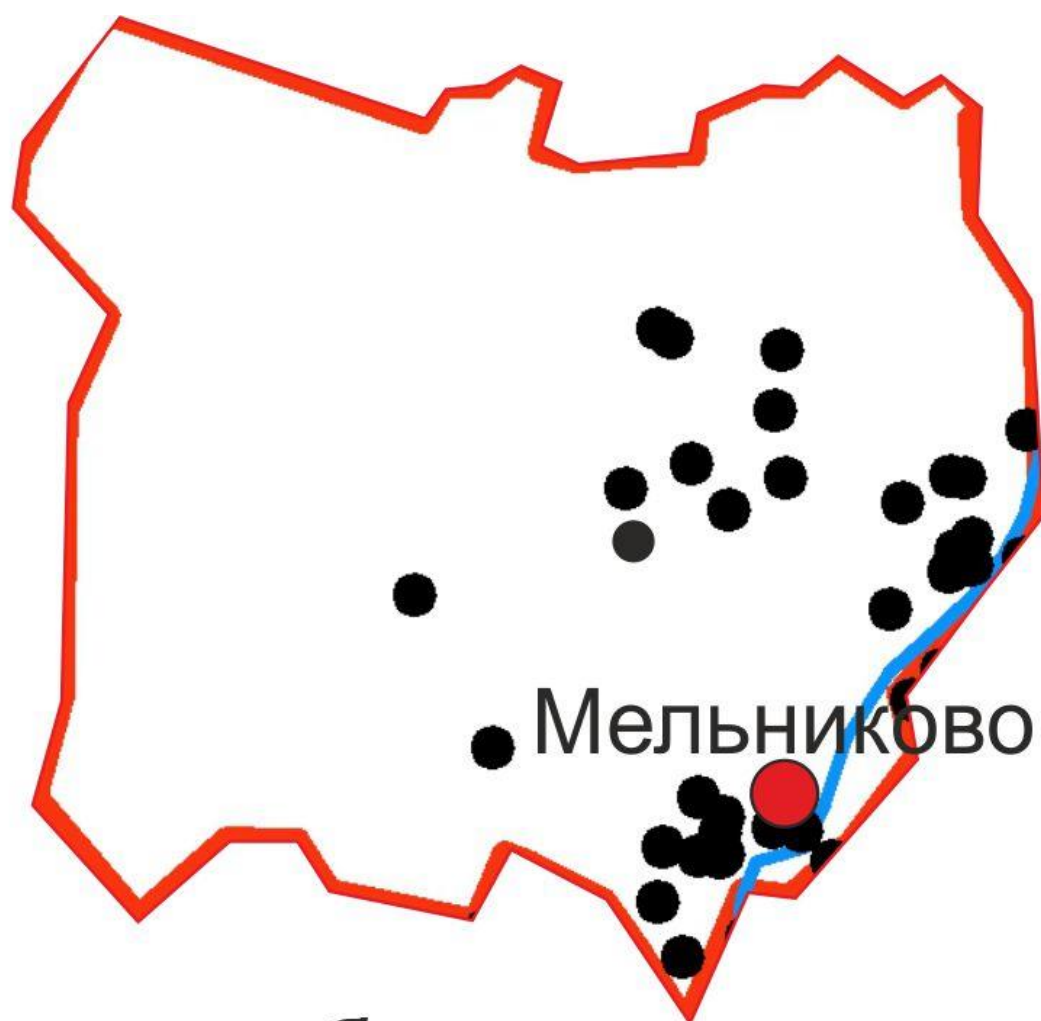


Рисунок 18 - Количественное распределение ртути по всем исследованным объектам Шегарского района



Условные обозначения:
● - точки отбора проб (Иванов А.Ю.)
— - границы Шегарского района

Рисунок 19 – Схема размещения исследуемых озёр в Шегарском районе (по данным Иванова А.Ю., 2018, с дополнениями автора)

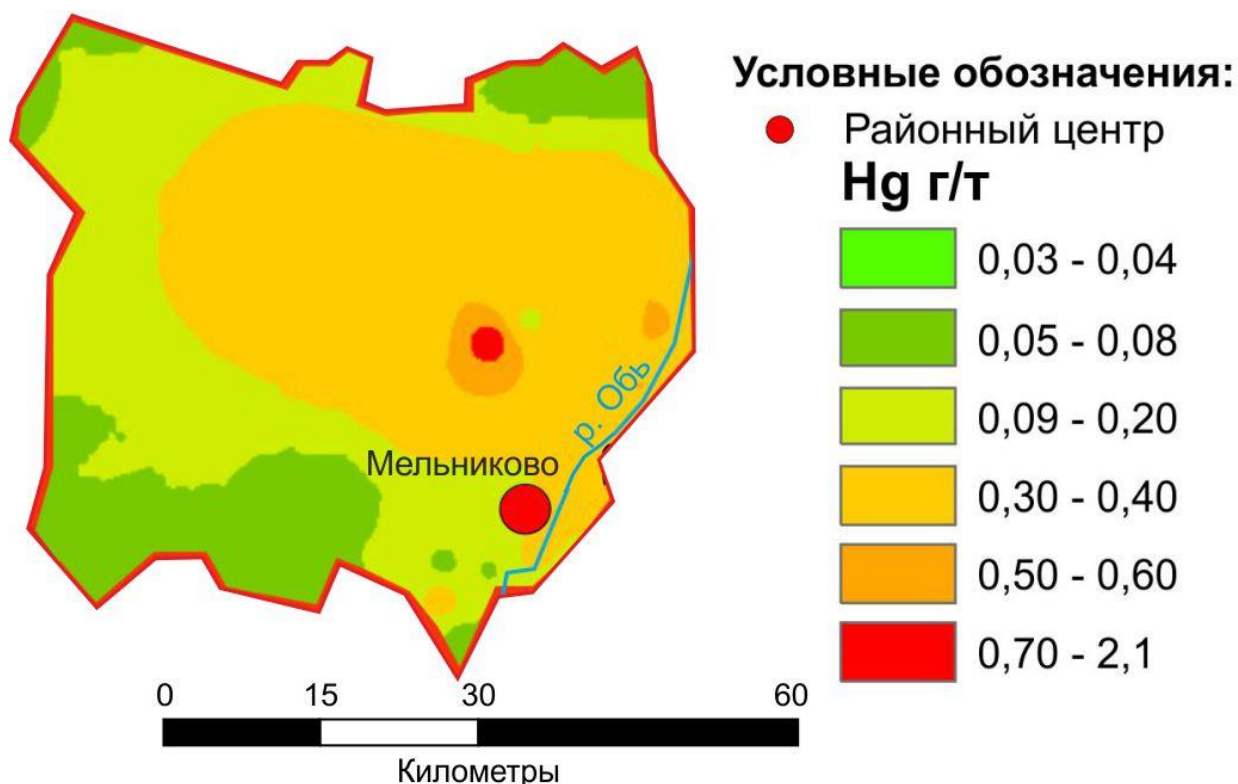


Рисунок 20 - Схематическая карта распределения ртути (г/т) в донных отложениях слабопроточных водоемов Шегарского района (по данным Иванова А.Ю., 2018, с дополнениями автора)

Основываясь на построенной карте-схеме, можно заметить, что распределение ртути в донных отложениях Шегарского района неравномерное. В основном концентрации ртути не превышают 0,3 – 0,4 г/т за исключением некоторых территорий.

Одной из причин повышенных содержаний ртути в районе, как указывалось выше, может быть связано с геологическими условиями изучаемого района. Другой причиной может быть влияние сельского хозяйства, где ртуть используют для протравливания семенного зерна и в качестве пестицидов.

Конкретизировать причину относительно высоких концентраций Шегарского района представляется сложной задачей, так как крупные промышленные объекты на территории района отсутствуют. Требуется более детальное изучение этой аномалии.

4.2 Вертикальное распределение

Характер вертикального распределения элементов в донных отложениях малых континентальных озер, зависит от множества факторов, таких как интенсивность атмосферных выпадений, гидрогеологический режим, химические свойства элементов, климатические и окислительно-восстановительные условия и др. [29].

Как правило, мощность донного осадка, накопившегося за последнее столетие в малых водоемах, не превышает нескольких десятков сантиметров [29]. Это позволяет при более детальном опробовании на сравнительно небольшом интервале разреза проследить характер временной изменчивости поступления в донные осадки большой группы химических элементов, изучить закономерности и оценить природу их накопления. В связи с этим был изучен характер вертикального распределения ртути в донных осадках в некоторых малых водоемах Шегарского района: запруда на реке Кетла, запруда на реке Кайтес, западная часть озера Карлыгач, восточная часть озера Карлыгач, озеро Глубокое.

Была изучена специфика распределения ртути и выявлены вероятные источники её привноса в донные осадки малых водоемов Шегарского района.

Анализ характера вертикального распределения ртути в разрезе донных осадков водных объектов Шегарского района позволил выделить два типа их распределения (по классификации Иванова, 2018 [24]):

1 – тип нормального распределения, без явно выраженных локальных «аномалий». Изменчивость содержания ртути здесь обусловлена постепенным (эволюционным) изменением состава донных отложений и преимущественно природными факторами.

2 – тип слабо дифференцированного распределения с проявлением слабовыраженных «аномалий» в верхних частях донных отложений. Может быть обусловлен как антропогенными, так и природными факторами.

Построенные на основе данных результатов анализа, учитывающих глубину залегания отложений и соответствующую ей концентрацию ртути, колонки донных отложений рассматриваемых водоемов, отражены на рисунке 18.

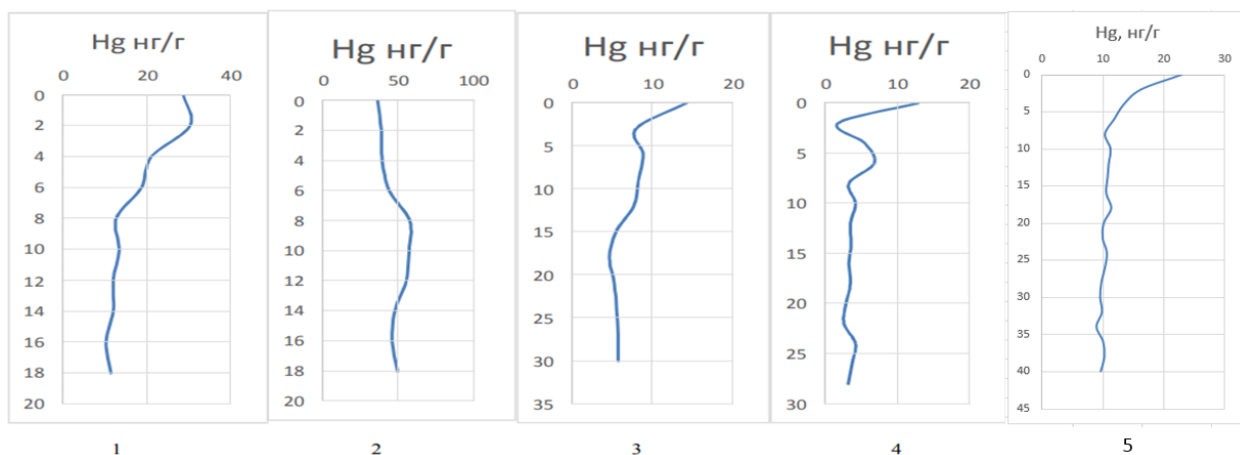


Рисунок 21 - Основные типы распределения ртути в донных отложениях: 1, 3, 4 и 5 – тип слабо дифференцированного распределения с проявлением слабовыраженных «аномалий» в верхних частях донных отложений (западная часть озера Карлыгач, запруда на реке Кетла, запруда на реке Кайтес, озеро Глубокое); 2 - тип нормального распределения, без явно выраженных локальных «аномалий» (восточная часть озера Карлыгач)

Озеро Карлыгач находится рядом с населённым пунктом Жарковка и состоит из двух частей: западная и восточная части. Концентрация ртути в донных отложениях двух частей озера заметно отличается из-за того, что западная часть была перепахана тракторами. Причиной повышенной концентрации ртути в нижней части колонки донных отложений в восточной части озера могут быть инсектициды и пестициды, содержащие ртуть для протравливания семенного зерна и вредных насекомых. Они являются основным источником загрязнения почв тяжелыми металлами и токсичными элементами. Снижение концентрации ртути в верхней колонке этой части озера можно связать с прекращением использования определенного вида пестицидов и инсектицидов, содержащих ртуть, или со спадом сельскохозяйственной деятельности. Западная часть озера имеет иной характер накопления элемента в колонке донных отложений, накопление

происходит в верхней части разреза, что соответствует общему глобальному фону. [30]

Нижняя часть разреза запруды на реке Кетла показывает, что объект не подвергался техногенной нагрузке. Но в верхней части разреза наблюдается небольшое увеличение концентрации ртути. Это может быть обусловлено наличием автодороги, проходящей рядом с запрудой, или с влиянием природных факторов.

Распределение концентрации ртути в донных отложениях запруды на реке Кайтес идентичное с накоплением на запруде реки Кетла, в котором повышенное содержание ртути приходится также на верхнюю часть разреза. Но по сравнению с другими изученными водоёмами среднее содержание концентрации ртути является низкой.

Анализируя полученные материалы исследования, можно сделать несколько выводов: 1) небольшие пики ртути в исследуемых водоёмах в верхних частях разрезов донных отложений может быть связано с глобальным фоном или зависеть от влияния местной сельскохозяйственной деятельности, которое привело к незначительному повышению концентрации ртути в донных отложениях, 2) повышенное содержание ртути в Шегарском районе может быть связано с геологическими особенностями района, а в частности с Колывань-Томской складчатой зоной, где наблюдаются наиболее частое проявление ртути в подземных водах и киновари в шлихах. И могут быть приурочены к Колыванскому разлому, где происходит разгрузка подземных вод с повышенными содержаниями ртути [31].

Глава 5. Социальная ответственность

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Работа в полевых условиях

Отбор проб проводится в теплое и холодное времена года.

Для тёплого времени года норм не предусмотрено, а для отбора проб в зимний период при отборе проб на ледовой поверхности стоит соблюдать технику безопасности нахождения на ледовой поверхности.

Время отбора проб в холодное время года: в период с начала декабря до начала марта.

Время отбора проб в тёплое время года: в период с начала мая до начала сентября.

Так же применяются нормы по продолжительности трудового процесса. В статье 94 трудового кодекса Российской Федерации указана продолжительность рабочего дня «Для работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, где установлена сокращенная продолжительность рабочего времени, максимально допустимая продолжительность ежедневной работы (смены) не может превышать: при 36- часовой рабочей неделе - 8 часов; при 30-часовой рабочей неделе и менее - 6 часов [33].

Работа в лаборатории

Исследование отобранных проб почвы производилось в лаборатории НИ ТПУ на базе отдела геологии ИШПР.

При работе в лаборатории необходимо обеспечение персонала специальными халатами и достаточной проветриваемостью помещения. Так же необходима достаточная освещенность рабочей зоны. Рабочее место с ПК должно обеспечивать возможность удобного выполнения работ в положении сидя и не создавать перегрузки позвоночнику [33].

Общие требования к организации рабочего места оператора:

1. Рабочие места с ЭВМ по отношению к световым проемам должны располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку, преимущественно слева.
2. Схемы размещения рабочих мест с ЭВМ должны учитывать расстояния между рабочими столами с видеомониторами, которое должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов - не менее 1,2 м.
3. Оконные проемы в помещениях использования ЭВМ должны быть оборудованы регулируемыми устройствами типа: жалюзи, занавесей, внешних козырьков и др.
4. Рабочие места с ЭВМ при выполнении творческой работы, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, следует изолировать друг от друга перегородками высотой 1,5 - 2,0 м.
5. При отсутствии подсобных помещений или лаборантских допускается размещение шкафов, сейфов и стеллажей в помещениях непосредственного использования ЭВМ при соблюдении требований к площади помещений и требований, изложенных в настоящем разделе.
6. Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей характера выполняемой работы.
7. Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ЭВМ, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейноплечевой области и спины для предупреждения развития утомления.
8. Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья.

9. Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) должна быть полумягкой, с нескользящим, не электризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнений.
10. Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на оптимальном расстоянии 600 - 700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.
11. В помещениях с ЭВМ ежедневно должна проводиться влажная уборка.
12. Помещения с ЭВМ должны быть оснащены аптечкой первой помощи и углекислотными огнетушителями.
13. Высота рабочей поверхности стола для взрослых пользователей должна регулироваться в пределах 680 - 800 мм.
14. Модульными размерами рабочей поверхности стола для ЭВМ, на основании которых должны рассчитываться конструктивные размеры, следует считать: ширину 800, 1000, 1200 и 1400 мм, глубину 800 и 1000 мм при нерегулируемой его высоте, равной 725 мм.
15. Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной - не менее 500 мм, глубиной на уровне колен - не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног - не менее 650 мм.
16. Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также - расстоянию спинки от переднего края сиденья. Конструкция его должна обеспечивать: - ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм; - поверхность сиденья с закругленным передним краем; - регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400 - 550 мм и углам наклона вперед до 15 град. и назад до 5 град.; - высоту опорной поверхности спинки 300 ± 20 мм, ширину - не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости - 400 мм; - угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах ± 30 градусов; - регулировку расстояния спинки от переднего края сиденья в пределах 260 - 400 мм; -

стационарные или съемные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной - 50 - 70 мм; - регулировку подлокотников по высоте над сиденьем в пределах 230 ± 30 мм и внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах 350 - 500 мм.

17. Рабочее место должно быть оборудовано подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20 градусов. Поверхность подставки должна быть рифленой и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм.
18. При организации рабочих мест для работы на технологическом оборудовании, в состав которых входят ЭВМ (станки с программным управлением, роботизированные технологические комплексы, гибкое автоматизированное производство, диспетчерские пульта управления и др.), следует предусматривать: - пространство по глубине не менее 850 мм с учетом выступающих частей оборудования для нахождения человека-оператора; - пространство для стоп глубиной и высотой не менее 150 мм и шириной не менее 530 мм; - расположение устройств ввода-вывода информации, обеспечивающее оптимальную видимость экрана; - легкую досягаемость органов ручного управления в зоне моторного поля: по высоте - 900 - 1300 мм, по глубине - 400 - 500 мм; - расположение экрана ЭВМ в месте рабочей зоны, обеспечивающее удобство зрительного наблюдения в вертикальной плоскости под углом ± 30 градусов от нормальной линии взгляда оператора, - возможность поворота экрана ЭВМ вокруг горизонтальной и вертикальной осей.
19. Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100 - 300 мм от края.

Общие требования к организации режима труда и отдыха при работе с ЭВМ:

1. Режимы труда и отдыха при работе с ЭВМ должны организовываться в зависимости от вида и категории трудовой деятельности.

2. Виды трудовой деятельности разделяются на 3 группы: группа А - работа по считыванию информации с экрана ЭВМ с предварительным запросом; группа Б - работа по вводу информации; группа В - творческая работа в режиме диалога с ЭВМ. При выполнении в течение рабочей смены работ, относящихся к разным видам трудовой деятельности, за основную работу с ЭВМ следует принимать такую, которая занимает не менее 50% времени в течение рабочей смены или рабочего дня.
3. Для видов трудовой деятельности устанавливается 3 категории тяжести и напряженности работы с ЭВМ, которые определяются: для группы А - по суммарному числу считываемых знаков за рабочую смену, но не более 60 000 знаков за смену; для группы Б - по суммарному числу считываемых или вводимых знаков за рабочую смену, но не более 40 000 знаков за смену; для группы В - по суммарному времени непосредственной работы с ЭВМ за рабочую смену, но не более 6 часов за смену.
4. Для инженеров, обслуживающих учебный процесс в кабинетах (аудиториях) с ЭВМ, продолжительность работы не должна превышать 6 часов в день.
5. Для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья профессиональных пользователей, на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы.
6. Продолжительность непрерывной работы за ЭВМ без регламентированного перерыва не должна превышать 2 часов [34].

5.2 Анализ вредных производственных факторов и мероприятий по их устранению

Основные элементы производственного процесса, которые формируют опасные и вредные факторы при выполнении работ на рабочем месте представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Основные элементы производственного процесса, формирующие вредные и опасные факторы

Этап работы	Наименование видов работ	Факторы (ГОСТ)		Нормативные документы
		Опасные	Вредные	
Полевой этап	Отбор проб донных отложений на территории	Механические травмы при пересечении местности	Отклонение показателей климата на открытом воздухе и в помещении; тяжесть и напряженность физического труда	ГОСТ 12.1.005–88; ГОСТ 12.1.03882 ССБТ
Лабораторный и камеральный этапы.	Подготовка проб донных отложений; работа на атомно-абсорбционном спектрометре РА-915	Электрический ток; пожароопасность; монотонный режим работы	Отклонение показателей микроклимата в помещении; электромагнитное излучение; недостаточная освещенности; шумовая нагрузка	СанПин 2.2.1/2.1.1.1 2 78-0 СанПин 2.2.4/2.1.8.5 6 2-96

1. Отклонение показателей климата на открытом воздухе

Климат оказывает воздействие на организм и самочувствие человека. Неблагоприятные метеорологические условия могут привести к утомляемости, снижению производительности труда, повышению заболеваемости, возможно перегревание или переохлаждение.

Мероприятия для профилактики – при необходимости, периодический кратковременный отдых; средства защиты кожи (предметы одежды и обуви,

которые могут быть у каждого человека, рабочая одежда (спецовка)); наличие аптечки с собой.

2. Тяжесть и напряженность физического труда

Работоспособность снижается при длительном и однообразном ее выполнении, а также тяжести труда. Существуют «объективные» и «субъективные» показатели работоспособности.

«Объективные»: изменения количественных и качественных показателей труда; изменения функционального состояния нервной системы.

«Субъективные»: ощущение усталости, вялости, болезненные ощущения.

Профилактические меры: пятнадцатиминутные перерывы после каждых 2 часов работы, периодическая смена занятия и обстановки, правильное нормирование нагрузки на организм в режиме труда.

3. Отклонение показателей микроклимата в помещении

Микроклиматические параметры оказывают значительное влияние как на функциональную деятельность человека, его самочувствие и здоровье, так и надежность работы ЭВМ. Их отклонение может негативно отражаться на организме, становясь причиной пересыхания и растрескивания кожи и слизистой, а также последующего заражения болезнетворными микроорганизмами, и общей работоспособности организма. В помещениях на микроклимат больше всего влияют источники теплоты. К ним относятся вычислительное оборудование, приборы освещения (лампы накаливания, солнечная радиация).

Компьютерная техника является источником существенных тепловыделений, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещении. Для подачи свежего воздуха в помещения используются естественная вентиляция (проветривание).

Регулирование микроклимата в помещениях осуществляется с помощью увлажнителей и осушителей воздуха, вентиляторов и кондиционеров, а также отопления.

Таблица 6 - Параметры микроклимата для лабораторий и учебных аудиторий [35]

Период года	Параметр микроклимата	Величина
Тёплый	Температура воздуха в помещении	23-25 °С
	Относительная влажность воздуха	40-60%
	Скорость движения воздуха	0,1 м/с
Холодный	Температура воздуха в помещении	22-24 °С
	Относительная влажность воздуха	60-40 %
	Скорость движения воздуха	0,1 м/с

4. Недостаточная освещенность

Недостаточная освещенность рабочего места уменьшает остроту зрения, также вызывает утомление организма в целом, что приводит к снижению производительности труда и увеличению опасности заболеваний.

Очень яркое освещение ослепляет, раздражает и вызывает резь в глазах. Неправильное направление света создает резкие тени, блики, дезориентирует. В связи с этим возможно возникновение несчастных случаев, либо заболеваний [36].

Согласно ГОСТ 12.4.011-89 [36] средствами нормализации освещенности производственных помещений рабочих мест являются: источники света; осветительные приборы; световые проемы; светозащитные устройства; светофильтры; защитные очки.

5. Электромагнитное излучение

Источниками электромагнитных полей на рабочем месте могут быть: монитор; системный блок персонального компьютера, электрооборудование. Переменное электромагнитное поле имеет электрическую и магнитную составляющие, поэтому контроль проводится раздельно по двум показателям: напряженность электрического поля (E), в В/м (Вольт-на-метр); индукция магнитного поля (B), в нТл (наноТесла).

Измерение и оценка этих параметров выполняются в двух частотных диапазонах: диапазон № I (от 5 Гц до 2 кГц); диапазон № II (от 2 кГц до 400 кГц).

Электростатическое поле характеризуется напряженностью электростатического поля (E), в кВ/м (килоВольт-на-метр) [37].

Таблица 7 - Санитарные нормы параметров электромагнитных полей на рабочих местах [37]

Параметр	Частота	Санитарная норма
Фоновый уровень индукции магнитного поля промышленной частоты (B)	50 Гц	5 мкТл
Фоновый уровень напряжённости электрического поля (E)	50 Гц	500 В/м
Напряжённость электрического поля (E)	5Гц – 2кГц	25 В/м
	2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Напряжённость электростатического поля (E)	0 Гц	15 кВ/м
Индукция магнитного поля (B)	5Гц – 2кГц	250 нТл
	2 кГц – 400 кГц	25 нТл

При постоянной и не защищенной работе с ПК происходит воздействие на нервную систему, ухудшается зрение и падает иммунитет.

Для защиты организма от негативного воздействия электромагнитного излучения, необходимо сократить время пребывания в зоне излучения, так же при работе с ПК необходимы защитные экраны, которые помогают существенно снизить негативное воздействие.

6. Шумовая нагрузка

Шумовое воздействие в лаборатории происходит прежде всего от работы ЭВМ, приборов вентиляции, отопления и аналитических приборов, но не несут негативного воздействия на слуховой аппарат работника лаборатории [38].

7. Монотонный режим работы

Истирание проб, работа на ртутном газоанализаторе, а также внесение результатов и обработка баз данных являются монотонным процессом.

Монотонность труда может привести к возникновению неприятных ощущений у работников, таких как снижение уровня бодрствования, снижение тонуса скелетной мускулатуры, снижении тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы (снижение частоты пульса и артериального давления, увеличение аритмии пульса и др.). Основными последствиями монотонного труда являются: снижение работоспособности и производительности труда, производственный травматизм, повышенная заболеваемость и т.д.

Работа по атомно-абсорбционному исследованию образцов относится к классу вредных напряженных условий труда 1 степени.

Рекомендации предполагают введение частых (через 60 - 120 мин.), но коротких (5-10 мин.) регламентированных перерывов при факторе монотонии.

Полезным является введение физической активности (гимнастика) продолжительностью 7-10 минут в начале смены, а также физкультурных пауз один-два раза за рабочую смену.

5.3 Анализ опасных производственных факторов и мероприятий по их устранению

1. Механические травмы при пересечении местности

В полевых условиях возможность получения механических травм многократно возрастает. При отборе проб почвы, донных отложений и поверхностных вод, растительности. Повреждения могут быть разной тяжести, требующие первой помощи, либо дальнейшей госпитализации. Это могут быть порезы, растяжение мышц, переломы костей. Для предотвращения таких повреждений необходимо соблюдать технику безопасности и индивидуальную безопасность жизнедеятельности.

2. Электрический ток

Источником электрического тока могут быть перепады напряжения, высокое напряжение, вероятность замыкания человеком электрической цепи (компьютер, оборудование, анализирующее пробы, принтер, сканер, настольные лампы, розетки, провода и др.).

Воздействие на человека – поражение электрическим током, пребывание в шоковом состоянии, психические и эмоциональные расстройства. Может быть оказано: термическое действие (ожоги, нагрев до высоких температур внутренних органов); электролитическое действие (разложение органических жидкостей тела и нарушение их состава); биологическое действие (раздражение и возбуждение живых тканей организма, что сопровождается непроизвольными судорожными сокращениями мышц).

Нормирование осуществляется согласно ГОСТ 12.1.038-82 [37]. Мероприятия по созданию благоприятных условий: инструктаж персонала; аттестация оборудования; соблюдение правил безопасности и требований при работе с электротехникой. Основное воздействие на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляется в виде электротравм и профессиональных заболеваний. Поражение электрическим током или электрической дугой может произойти в случае прикосновения к токоведущим частям установки или ошибочным

действием выполнения работ или прикосновением к двум точкам земли, имеющим разные потенциалы и др.

По опасности поражения электрическим током помещения с ЭВМ и лаборатории относятся к категории без повышенной опасности (так как отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность (высокая влажность и температура, токопроводящая пыль и полы, химически активная или органическая среда, разрушающая изоляцию и токоведущие части электрооборудования).

Защита от электрического тока: защита от прикосновения к токоведущим частям электроустановок (изоляция проводов, ограждения, блокировка, пониженные напряжения, сигнализация, знаки безопасности и плакаты); защита от поражения электрическим током на электроустановке (защитное заземление, защитное отключение, молниезащита).

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [39] помещения с ЭВМ должны быть оборудованы защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации, при этом не следует размещать рабочие места с ЭВМ вблизи силовых кабелей и вводов, высоковольтных трансформаторов, технологического оборудования, создающего помехи в работе ЭВМ.

3. Пожароопасность

Среди источников пожарной опасности можно выделить - неисправности в проводках, розетках, короткие замыкания, неработоспособное электрооборудование.

Согласно ГОСТ 12.1.004–91 [40] при пожаре на человека оказывают воздействие следующие факторы: пламя и искры; повышенная температура окружающей среды; токсичные продукты горения и термического разложения; дым; пониженная концентрация кислорода. Вторичными проявлениями являются: осколки, части разрушившихся аппаратов, установок, конструкций; радиоактивные и токсичные вещества и материалы, вышедшие из разрушенных аппаратов и установок; электрический ток,

возникший в результате выноса высокого напряжения на токопроводящие части конструкций, агрегатов.

Для пожарной безопасности необходимо применение таких профилактических мероприятий, как: выявление и устранение неполадок в сети, своевременный ремонт либо замена электрооборудования, скрытие электропроводки для уменьшения вероятности короткого замыкания [40].

Первичным средством пожаротушения является углекислотный огнетушитель ОУ–8.

Средства индивидуальной защиты при пожаре: противогаз, огнезащитные накидки, пожарные костюмы, противогазоаэрозольные респираторы.

Более эффективным средством защиты является увеличение влажности воздуха до 65% [37].

5.4 Охрана окружающей среды

Полевые, лабораторные и камеральные работы не вызовут нарушений компонентов природной среды.

Проведение пробоподготовки проб донных отложений (просушивание при комнатной температуре, просеивание), а также проведение атомно-абсорбционного анализа на обнаружения содержания ртути не влияют на состояние окружающей среды, тем самым являются экологически безопасными.

Специально утилизации не требуется, крупные частицы, неподходящие для анализа, утилизируются в мусорную урну.

5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Нередко, при определенных работах, в лабораториях возникает опасность пожара. Основные нормативные документы по вопросам пожарной и взрывной безопасности – ГОСТ 12.1.004-91 [40].

Меры по предупреждению и ликвидации ЧС: наличие пожарной сигнализации, углекислотных огнетушителей, нескольких эвакуационных

выходов; проходы, коридоры и рабочие места не должны быть ничем загромождены.

В исследуемом помещении обеспечены следующие средства противопожарной защиты: «План эвакуации людей при пожаре»; памятка соблюдения правил техники пожарной безопасности; системы вентиляции для проветривания воздуха и отвода избыточной теплоты от газоанализатора; углекислотный огнетушитель (ОУ-3-ВСЕ); система автоматической противопожарной сигнализации.

В данном помещении не обнаружено предпосылок к пожароопасной ситуации. Это обеспечивается соблюдением норм при монтаже электропроводки, отсутствием электрообогревательных приборов и дефектов в розетках и выключателях [40].

Глава 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

6.1 Техническое задание

Наличие крупных промышленных предприятий в черте области способствует высокому уровню антропогенной нагрузки, влияющей на экологическую ситуацию в области. Поэтому необходимо проведение исследовательских работ по изучению вещественного состава донных отложений водных объектов.

Место проведения работ: Томская область, район исследования: Шегарский.

Время проведения работ: 2018 год.

Объект исследований: донные отложения водных объектов.

Метод и вид исследований: геохимические исследования (литогеохимическое опробование).

Объём работ: количество проб – 67.

Виды намечаемых работ:

- 1) Эколого-геохимические работы литогеохимическим методом по донным отложениям на отдельных водоёмах при геолого-экологических исследованиях территории Шегарского района Томской области;
- 2) Лабораторные работы по первичной обработке проб (просушивание, просеивание и истирание донных осадков);
- 3) Лабораторные работы по исследованию на ртутном газоанализаторе РА 915+;
- 4) Камеральные работы по подведению итогов анализа.

Типовой состав отряда: геоэколог, рабочий.

6.2 Планирование управления научно-техническим проектом

Минимум затрат, соответствующий максимальной эффективности исследований и обеспечивающий работу достаточным количеством информации для решения поставленных задач, является одним из важнейших принципов выполнения исследовательских работ. Таким образом, для

определения материальных затрат, которые связаны с выполнением разработанного технического задания, необходимо определить время на выполнение отдельных видов работ, спланировать их последовательное проведение и определить продолжительность выполнения всего комплекса работ.

Для этого необходимо проведение литогеохимических, лабораторных, камеральных работ, более подробная информация о которых представлена в таблице 8. На основе технического плана рассчитываются затраты и время.

Таблица 8 - Виды и объём проектируемых работ

№	Виды работ	Объём		Условия производства работ	Вид оборудования
		Ед. изм.	Кол-во		
1	Литогеохимическое опробование	проба	67	Отбор проб донных отложений	Сапропелеровый бур с пробоотборочным челноком длиной 1 м.
2	Лабораторные работы	проба	67	Пробоподготовка материала	-
3	Камеральные работы	-		Обработка данных, анализ результатов	Программное обеспечение «Excel», «Corel Draw» и «Statistika»

1. Литогеохимическое опробование.

Данный этап работ включает выбор участка для отбора проб почвы, донных отложений, привязку пунктов наблюдения к координатам, отбор проб специальной пробоотборным устройством, после чего отобранные пробы следует пронумеровать и зарегистрировать в журнале, затем проводится маркировка пакетов для проб и упаковка проб. Заключительным этапом является - отражение и закрепление на маршрутной карте пунктов наблюдения.

Опробование донных отложений выполнено кандидатом геолого-минералогических наук А.Ю. Ивановым в 2018 году [24]. Опробование донных осадков было произведено при помощи сапропелерового бура с пробоотборочным челноком длиной 1 метр.

2. Лабораторные работы

Этот этап работ включает подготовку проб к дальнейшему изучению, который включает следующие виды работы: подсушивание почвы, удаление любых включений, растирание и просеивание проб через сито.

Изучение вещественного состава донных отложений проводилось на базе учебно-научной лаборатории Международного инновационного образовательного центра (МИНОЦ) «Урановая геология» кафедры геоэкологии и геохимии с использованием ртутного газоанализатора РА 915+. В качестве аналитического метода использовался атомно-абсорбционный метод с использованием программного обеспечения РА915Р. Вес просеянной пробы (фракция ≤ 1 мм) для исследования составлял 35-50 мг. Всего изучено 67 проб донных отложений.

3. Камеральные работы

Камеральная обработка полученных материалов делится на два этапа. Первый этап проводится во время производства полевых работ, он включает: сбор и систематизацию информации об изучаемой территории. Второй этап включает: изучение результатов анализов проб и их систематизация; оформление полученных данных в виде таблиц («Excel»), графиков («Statistika»), карт и схем («Corel Drow» и «ArcGis»).

6.3 Расчёт затрат времени и труда по видам работ

Для расчета затрат времени и труда использовались нормы, изложенные в ССН-93 выпуск 2 «Геолого-экологические работы». Из данного источника были взяты следующие данные:

- 1) норма времени, выраженная на единицу продукции;
- 2) коэффициент к норме.

Используя технический план, в котором указаны все виды и объемы работ, определялись затраты времени на выполнение каждого вида работ в сменах. Полученные результаты представлены в таблице 9.

Таблица 9 - Расчет затрат и времени труда

№ п/п	Виды работ	Объём работ		Норма длительности	Кэфф.	Нормативный документ	Итого
		Ед. изм.	Кол -во				
1	Экологогеохимические работы лито-геохимическим методом ДО	Проба	67	0,26	1	Вып.7, норма 306	17
2	Сушка проб или материала исследования	Проба	67	0,17	1	Вып.7, таб.6.5, стр. 107, норма 1006,	11
3	Измельчение материала пробы с помощью механической ступки	Проба	67	0,35	1	ССН, вып.7, табл. 18, стр. 424	23
4	Просеивание	Проба	67	0,04375	1	Вып.7, стр.329, табл. 18.14, норма 2541	3
5	Определение ртути беспламенным атомно-абсорбционным методом	Проба	67	0,26	1	Вып.7, стр. 25, табл. 1.3, норма 256	17
6	Выполнение стандартного комплекса	Проба	67	0,0136	1	табл.59 ССН, вып. 23	1

	операций камеральной обработки материалов (без использования ЭВМ)					стр., 3	
7	Камеральная обработка материалов (с использ. ЭВМ)	Проба	67	0,0337	1	табл. 61 ССН, вып. 23 стр 3	2
	Итого	чел/ смена					74

6.4 Расчёт затрат труда

Рабочий месяц составил 21 смену, расчет затрат времени на каждого работника представлен в таблице 10.

В состав рабочей группы входят: геоэколог и рабочий.

Таблица 10 - Расчёт затрат труда (на каждый вид работы)

№	Вид работ	Т	Рабочий	Геоэколог
			Н, чел/смена	Н, чел/смена
1	Эколого-геохимические работы лито-геохимическим методом ДО	34	17	17
2	Сушка проб или материала исследования	11	11	–
3	Измельчение материала пробы с помощью механической ступки	23	23	–
4	Просеивание	3	3	–
5	Определение ртути беспламенным атомно-абсорбционным методом	17	–	17
6	Выполнение стандартного комплекса операций камеральной обработки материалов (без использования ЭВМ)	1	–	1
7	Камеральная обработка материалов (с использ. ЭВМ)	2	–	2
	Итого	91	54	37

6.5 Расчёт затрат материалов

Расчет затрат материалов (для полевого и камерального периодов) для данного проекта осуществлялся на основе средней рыночной стоимости необходимых материалов и их количества.

Таблица 11 - Расход материалов на проведение геоэкологических работ

Наименование и характеристика изделия	Единица	Количество	Цена, руб	Сумма, руб
Все полевые эколого-геохимические работы				
Журнал регистрационный	Шт.	1	80	80
Ручка шариковая	Шт.	1	30	30
Литогеохимические работы				
Мешки полиэтиленовые для образцов	Шт.	67	1	67
Неметаллическая лопатка	Шт.	1	50	50
Лабораторные исследования				
Сито лабораторные	Комплект	1	500	500
Журнал регистрационный	Шт.	1	80	80
Перчатки латексные	Шт.	4	25	100
Пакеты с застежкой «zip-look»	Упаковка	1	300	300
Камеральные работы				
Бумага офисная	Упаковка	1	200	200
Ручка шариковая	Шт.	1	30	30
Итого				1437

Транспортные расходы рассчитывались, исходя из количества километров пути и стоимости топлива, а также усредненного расхода топлива на 100 км и количества поездок. Итого: на 176,4 км пути при расходе 15 литров на 100 км потребуется 26,46 литра бензина (таблица 12). Учитывая, что бензин марки АИ-92 стоит 39,7 руб (цена за 1 литр топлива), умножаем 26,46 на 39,7, получаем 1050 рублей за одну поездку.

Таблица 12 - Транспортные расходы

№	Используемое топливо	Количество, км	Стоимость за 1 литр, руб	Количество поездок
1	Бензин АИ-92	176,4	39,7	8
Итого: 8400 рублей				

6.6 Расчёт оплаты труда

Общий расчет сметной стоимости проекта оформляется по типовой форме, его базой служат расходы, связанные с выполнением работ, запланированных по проекту.

На эту базу начисляются проценты, которые обеспечивают организацию и управление работ по проекту, то есть расходы, за счет которых осуществляются содержание всех функциональных отделов структуры предприятия (таблица 13).

Расчет осуществляется в соответствии с формулами:

$$ЗП = \text{Окл} * T * K, (2)$$

где ЗП – заработная плата (условно),

Окл. – оклад по тарифу (р),

T – отработано дней (дни, часы),

K – коэффициент районный (для Томска 1,3).

$$\text{ДЗП} = ЗП * 7,9\%, (3)$$

где ДЗП - дополнительная заработная плата (%).

$$\text{ФЗП} = ЗП + \text{ДЗП}, (4)$$

где ФЗП - фонд заработной платы (р).

$$\text{СВ} = \text{ФЗП} * 30\%, (5)$$

где СВ - страховые взносы.

$$\text{ФОТ} = \text{ФЗП} + \text{СВ}, (6)$$

где ФОТ - фонд оплаты труда (р).

$$R=3П*3\%, (7)$$

(7) где R - резерв (%).

$$СПР=ФОТ+М+А+R, (8)$$

где СПР - стоимость проектно-сметных работ.

Дневная ставка рассчитывается следующим образом: заработная плата каждого сотрудника делится на количество рабочих дней в месяц.

Для геоэколога: $15000/21 = 714$ руб.

Для рабочего: $10000/21 = 476$ руб.

Таблица 13 - Расчет заработной платы

Наименование расходов	Количество	Единица измерения	Затраты труда	Дневная ставка, руб.	Сумма заработной платы
Основная заработная плата:					
Геоэколог	1	Чел-см	37	714	26418
Рабочий	1	Чел-см	54	476	25704
Итого:	2				52122
Дополнительная зарплата	7,9%				4118
Итого:					56240
Итого с р.к:	1,3				73112
Страховые взносы	30%				21933,6
Итого:					95045,6

6.7 Расчёт амортизации

Амортизация – это источник простого и расширенного воспроизводства оборудования. Процесс начисления прекращается по истечении амортизационного периода.

Амортизационные отчисления – это инструмент компенсации полученного износа. Направлены они должны быть на ремонт имеющегося или изготовление нового ОС. Сумма амортизационных отчислений входит в себестоимость продукции, то есть автоматически переходит в цену. Объем амортизационных исчислений определяется исходя из балансовой стоимости основных производственных фондов (таблица 14).

Исходя из количества единиц затрат труда, рассчитывается коэффициент износа используемого оборудования, требуемого для выполнения поставленных работ. Рабочих дней в году – 299 суток.

Если принять 299 суток за один год, на выполнение требуемого состава работ понадобится 0,25 года.

Таблица 14 - Расчёт амортизационных отчислений

Наименование объекта основных фондов	Количество	Балансовая стоимость, руб.	Норма амортизационных отчислений, %	Время полезного использования в разработке, %	Срок эксплуатации в годах	Амортизация, руб.
Персональный компьютер	1	20000	25	50	0,25	625
Анализатор ртути «РА915+»	1	1500000	10	40		15000
Служебный автомобиль	1	300000	5	50		1875
Итого:						17500

Таблица 15 - Общий расчет сметной стоимости работ

№	Наименование затрат по направлениям	Единица измерения	Количество	Единичная расценка	Полная сметная стоимость
Основные расходы					
1	Материалы	Руб.			1437
2	Оплата труда	Руб.			95045,6
3	Амортизация основных средств	Руб.			17500
4	Транспортные расходы	Руб.			8400
5	Лабораторные работы	Руб.			-
Итого основных расходов		Руб.			122382,6
Накладные расходы		%	16	От ОР	19581,2
Итого основных и накладных расходов (ОР+НР)					141963,8
Плановые накопления		%	15	От ОР+НР	21294,6
Подрядные работы					10000
Резерв		%	3	От ОР	3671,5
Итого сметная стоимость					176929,9
НДС		%	20		35386
Итого с учётом НДС					141543,9

Таким образом, сметная стоимость проведения исследовательских работ составила 176929,9, а с учетом НДС сумма составила 141543,9. Помимо этого, были составлены обоснование проведенных работ, которые включали в себя расчет затрат труда и времени, и смета по всем проведенным работам, а их сумма дала представление об общей стоимости исследования и возможности их проведения.

Заключение

В ходе проведения работы было выполнено изучение распределения концентрации ртути по глубине и по усреднённой пробе водных объектов и установление механизмов, источников ее поступления, определение эколого-геохимических особенностей накопления и дальнейшее распределение элемента в донных осадках Шегарского района.

Для выполнения задач был произведён пробоотбор и мероприятия по пробоподготовке к дальнейшему анализу атомно-абсорбционным методом с использованием программного обеспечения РА915Р на двухсекционном ртутном газоанализаторе «РА 915+» с приставкой «ПИРО-915+».

Основные источники загрязнения природных объектов ртутью до конца не установлены. Одной из причин повышенных содержаний ртути в Шегарском районе может быть связано с геологическими особенностями района, а в частности с Колывань-Томской складчатой зоной, где наблюдаются наиболее частое проявление ртути в подземных водах и киновари в шлихах. И могут быть приурочены к Колыванскому разлому, где происходит разгрузка подземных вод с повышенными содержаниями ртути.

Другой причиной относительно высоких концентраций ртути в изучаемых водных объектах может быть влияние сельского хозяйства, где ртуть используется для протравки посадочных семян и гербицида.

В вертикальном распределении ртути в изученных колонках донных осадков водных объектов Шегарского района отчетливо выделяется два типа распределения: первый тип – нормального распределения, без явно выраженных локальных «аномалий» ртути, что, скорее всего, связано с природными факторами; второй тип – слабо дифференцированного распределения с проявлением слабовыраженных «аномалий» в верхних частях донных отложений, что может быть обусловлено как антропогенными, так и природными факторами.

Для получения более чёткой картины о поступлении и накоплении ртути в донных отложениях требуется проведение более детальных исследований.

Список литературы

1. Крючкова А. С., Шигабаева Г. Н., Хорошавин В. Ю. Оценка валового содержания тяжелых металлов в донных отложениях пруда д. Падерина (Тюменская область) //Биогеохимия химических элементов и соединений в природных средах. – 2016. – С. 257-261.
2. Богданов Н. А. ВТОРОЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ “РТУТЬ В БИОСФЕРЕ: ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ” (Новосибирск, 21–25 сентября 2015 г.) //Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2016. – №. 3. – С. 128-132.
3. Иванов А. Ю. Закономерности распределения химических элементов в вертикальном профиле донных отложений слабопроточных водоемов Томского района //Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2016. – Т. 327. – №.2.
4. Сибирский химический комбинат. URL: http://atom.sib.ru/ru/история_схк (дата обращения: 11.04.2020).
5. Густайтис М. А. и др. Распределение ртути в донных отложениях водных объектов в зоне влияния урского хвостохранилища (кемеровская область) //Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. – 2017. – №. 4. – С. 114-122.
6. Macdonald, D. D. Development and Evaluation of Consensus-Based Sediment Quality Guidelines for Freshwater Ecosystems/ D. D. Macdonald, C. G. Ingersoll, T. A. Berger // Archives of Environmental Contamination Toxicology. – 2000. – V. 39 – P. 20–31.
7. Contaminants in the Mississippi River, 1987-1992. [Ed. by R. H. Meade]. (U.S. Geological Survey; Circular 1133) – Denver. – 1996. P. 140.
8. Поведение тяжелых металлов (Cu, Pb, Zn, Fe, Cd) в ореоле рассеяния Урского хвостохранилища (Россия, Кемерововская область). / Щербакова И. Н. [и др.] // Химия в интересах устойчивого развития. 2010. – №18 – С. 621–633.

9. Федоров Ю. А., Овсепян А. Э., Савицкий В. А. Распределение ртути в донных отложениях Белого моря //Живые и биокосные системы. – 2013. – №. 2. – С. 8-8.
10. Федоров Ю. А., Овсепян А. Э., Лисицын А. П., Доценко И. В., Новигатский А. Н., Шевченко В. П. Закономерности распределения ртути в донных отложениях по разрезу река Северная Двина — Белое море //Доклады Академии Наук, 2011, том 436, №1. — С. 1—4.
11. Пересыпкин В. И., Романкевич Е. А. Биогеохимия лигнина. М.: ГЕОС, 2010. — 340с.
12. Географическое положение. Рельеф. Климат. Полезные ископаемые //Томская область: Путеводитель. - М., 2001.- С. 36, 37, 41.
13. Map of Russia - Tomsk Oblast (2008-03). <https://be-tarask.wikipedia.org> (дата обращения 3.05.2020).
14. Официальный сайт Шегарского района [Электронный ресурс] / Административно-территориальное деление. – Режим доступа: <http://www.shegadm.ru> (дата обращения: 15.04.2020).
15. Складнева Т. К., Рассказчикова Т. М., Аршинова В. Синоптический режим Томска в 1993-2016 гг. как индикатор изменения климата //Международная конференция и школа молодых ученых по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды: ENVIROMIS-2018. – 2018. – С. 52-55.
16. Евсеева Н. С. Почвы // Н. С. Евсеева. География Томской области: Природные условия и ресурсы. - Томск, 2001. - С.144-153.
17. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Томской области в 2017 году» / глав. ред. Ю. В. Лунева; редкол. Ю. В. Лунева, Н. А. Чатурова; сост. Н. А. Чатурова; Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, ОГБУ «Облкомприрода». — Томск: Дельтаплан, 2018. — 158 с., ил.

18. Шинави А. А. Ф. М. Э., Хайес Э. Гидрогеологические и инженерно-геологические условия нижней части бассейна реки Томи (Томская область): диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук: спец. 25.00. 07: спец. 25.00. 08: дис. – 2012.
19. Евсеева Н. С. География Томской области: Природные условия и ресурсы. – 2001.
20. Минерально-сырьевые ресурсы // Родной край: Очерки природы, истории, хозяйства и культуры Томской области. - Томск, 1974. - С. 20-26.
21. Подземные сокровища // Атлас Томской области. - М., 1998.- С. 5.
22. Основные направления развития минерально-сырьевой базы Томской области (твердые полезные ископаемые) / А.В. Комаров, Г.А. Добнер, В.А. Баженов, Е.В. Черняев, Г.Ю. Боярко // Актуальные вопросы геологии и географии Сибири. Томск: ТГУ, 1998. Т. 3. С. 75–79.
23. Атлас Томской области. Минерально-сырьевые ресурсы / Под. ред. В.А. Льготина. – Т.: Томскгеомониторинг. – 2006. – 33 с.
24. Иванов А. Ю. Экогеохимия донных отложений малых водоёмов юга Томской области: диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук: спец. 25.00. 36: дис. – 2018.
25. Языков Е.Г., Шатилов А.Ю. Геоэкологический мониторинг: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 276 с.
26. Ганеев А.А. Прямое определение элементов в пробах сложного состава методом зеемановской атомно-абсорбционной спектроскопии с высокочастотной модуляцией поляризации /Ганеев А.А., Погарев С.Е., Рыжов В.В., Шолупов С.Е. Заводская лаборатория. Диагностика материалов 4 (65) (1999) 14-23.
27. ACCU [Электронный ресурс] URL: <https://assa-group.ru/analizatory-rtuti/> (дата обращения: 20.04.2020).
28. МВИ массовой доли общей ртути в пробах почв, грунтов и донных отложений на анализаторе РА-915+ с приставкой ПИРО-915, ПНДФ

- 16.1.2.23-2000, издание 2005 г. URL: <http://www.lumex.ru> (дата обращения: 21.04.2020).
29. Страховенко, В.Д. Закономерности распределения микроэлементов в донных отложениях озер Сибири / В.Д Страховенко, Б.Л. Щербов, И.Н. Маликова // Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде: Матер. IV Междунар. научно-практ. конф. – г. Семипалатинск, 19–21 октября 2006 г. – Семипалатинск, 2006. – Т. II. – С. 263–269.
30. Изменения содержания ртути в донных отложениях озёр севера фенноскандии в последние столетия / Даувальтер В. А., Кашулин Н. А., Денисов Д. Б. // Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты: второй международный симпозиум, 21-25 сентября 2015 г., Новосибирск / Российская академия наук (РАН), Сибирское отделение (СО), Институт неорганической химии им. А. В. Николаева (ИНХ). — Новосибирск: ИНХ СО РАН, 2015. — [С. 162-164].
31. Удодов П. А., Паршин П. Н., Копылова Ю. Г. Закономерности распространения ртути в подземных водах Колывань-Томской зоны // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 1972. – Т. 201.
32. Григорьев, Н.А. Среднее содержание химических элементов в горных породах, слагающих верхнюю часть континентальной коры // Геохимия, 2003, № 7, С. 785—792. 32.
33. ГОСТ 12.1.03882 ССБТ. Система стандартов безопасности труда.
34. СанПин 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
35. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
36. ГОСТ 12.4.011-89. Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих.

37. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
38. СанПин 2.2.4/2.1.8.56 2-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
39. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
40. ГОСТ 12.1.004-91.ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.